

METHODISCHE STUDIEN
ZUR BESTIMMUNG DER N-RETENTION
VON MASTKÄLBERN
IM WACHSTUMSVERSUCH

Irmgard Rieder

1973

Aus dem Institut für Tierphysiologie und dem Institut für
Ernährungsphysiologie der Universität München
Vorstände : Prof. DDr. DDr. h.c. Johannes Brüggemann
Prof. Dr. Dr. Jürgen Tiews†

METHODISCHE STUDIEN ZUR BESTIMMUNG DER N-RETENTION
VON MASTKÄLBERN IM WACHSTUMSVERSUCH

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

von
Irmgard Rieder
aus
Sandhorst

München 1973

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. E. Dahme

Referent: Prof. Dr. Dr. Dr.h.c. mult. J. Brüggemann

Korreferent: Priv. Doz. Dr. W. Kreuzer

Tag der Promotion: 27. Juli 1973



I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATURÜBERSICHT	2
2.1 Harnstoffausscheidung und Harnstoff- blutspiegel	2
2.2 Kreatininausscheidung	6
2.3 Kreatininkonzentration im Harn als Be- zugsgröße für die ausgeschiedene Harnmenge	11
3. MATERIAL UND METHODEN	15
3.1 Versuchstiere	15
3.2 Fütterung der Versuchstiere	15
3.3 Harnstoffbestimmung in Serum und Harn von Mastkälbern	21
3.4 Kreatininbestimmung im Kälberharn	27
3.5 Harn- und Kotsammlung	34
3.6 Harnkonservierung zur Harnstoffanalyse	34
3.7 Stickstoffbestimmung in Harn und Kot n. Kjeldahl	36
3.8 Statistische Methoden	38
4. ERGEBNISSE	39
4.1 Harnstoffausscheidung und N-Retention	39
4.2 Blutharnstoffspiegel und Harnstoff- ausscheidung	43
4.3 Kreatininausscheidung wachsender Mastkälber	45
4.4 Harnstoff-Kreatinin-Quotient und N-Retention	49
4.5 Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Harn- stichproben	53
4.6 Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Harn- stichproben und Gewichtszunahme	56
4.7 Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Harn- stichproben und N-Retention	61

	Seite
4.8 N-Retention und Gewichtszunahme	66
4.8.1 Wachstumsversuch I	66
4.8.2 Wachstumsversuch II	70
5. DISKUSSION	74
5.1 Kreatininausscheidung wachsender Mastkälber	74
5.2 N-Retention und Gewichtszuwachs	75
6. ZUSAMMENFASSUNG	78
7. LITERATURVERZEICHNIS	80

LEBENS LAUF

1. EINLEITUNG

Im wissenschaftlich kontrollierten Wachstumsversuch wird die Wirkung verschiedener Futterrationen oder auch der Einfluß von Wirkstoffen auf Gewichtsentwicklung, Futterverwertung, Schlachtkörperqualität etc. geprüft. Diese Kriterien sind auch bei Versuchsgruppen mit größeren Tierzahlen jederzeit und gut erfaßbar. Über die Zusammensetzung des Gewichtszuwachses, insbesondere über die Höhe des N-Ansatzes können im Rahmen solcher Versuchsanstellungen jedoch kaum Aussagen getroffen werden. Diese Möglichkeit blieb bisher dem klassischen Bilanzversuch vorbehalten.

Der Proteinansatz wird hierbei als Differenz zwischen Stickstoff-Aufnahme über das Futter und Stickstoff-Ausscheidung in Faeces und Harn berechnet. Dies setzt jedoch die verlustlose Sammlung von Kot und Harn über die Dauer mehrtägiger Bilanzperioden voraus. Hierzu ist die Haltung der Versuchstiere in Bilanzkäfigen erforderlich. Dieser beträchtliche versuchstechnische Aufwand führt in der Regel zu einer Beschränkung der Tierzahl auf relativ kleine Versuchsgruppen.

Daher wurde ich von den Instituten für Tierphysiologie und Ernährungsphysiologie der Universität München im Jahre 1971 beauftragt, nach Parametern zu suchen, die auch an großen Tierkollektiven eine zuverlässige Schätzung der N-Retention von Mastkälbern zulassen.

2. L I T E R A T U R Ü B E R S I C H T

2.1. Harnstoffausscheidung und Harnstoffblutspiegel

Die renale Stickstoffausscheidung des Haussäugetieres erfolgt im wesentlichen in Form von Harnstoff, Hippursäure, Allantoin, Kreatinin und Ammoniak.

Hiervon erscheint Hippursäure in größeren Mengen nur im Harn von Pflanzenfressern. Allantoin und Kreatinin entstammen dem Nukleinsäure- bzw. Kreatininphosphatstoffwechsel und sind daher ebenso wie Ammoniak, dessen Ausscheidung im Harn Ausdruck der Säure-Basen-Regulation des Organismus ist, nur indirekt mit dem Proteinumsatz verknüpft.

Daher kommt beim milchernährten Mastkalb nicht nur quantitativ, sondern auch in seiner engen Beziehung zum Proteinstoffwechsel dem Harnstoff die größte Bedeutung zu.

Der bei der Transaminierung und oxydativen Desaminierung von Aminosäuren im intermediären Stoffwechsel entstehende Ammoniak stellt für den Säugetierorganismus schon in verhältnismäßig geringen Konzentrationen ein Zellgift dar. Er wird daher in einem zyklischen Prozeß, der in der Leber abläuft, in Harnstoff umgewandelt. Diese Entgiftungsreaktion ist endergonisch, zur Bildung von 1 Mol Harnstoff aus Ammoniak und Kohlendioxid wird Energie in Höhe von 14 kcal aufgewandt (KARLSON, 1966).

Der aus der Leber in die Blutzirkulation gelangende Harnstoff wird in den Glomeruli der Niere vollständig filtriert, so daß seine Konzentrationen in Blut und Primärharn identisch sind (SEARCY, 1969). Im Verlaufe der Tubuluspassage werden nach SARRE (1958) beim Menschen etwa 30 - 60 % des filtrierten Harnstoffs auf dem Wege der passiven Diffusion rückresorbiert.

Die im Harn ausgeschiedene Harnstoffmenge ergibt sich daher aus folgender Beziehung:

Harnstoffausscheidung (mg/min) =

Plasmaharnstoff (mg/ml) $\cdot$ GFR^x(ml/min) - Rückresorption(mg/min)

Bei voll funktionstüchtigen Glomeruli und Tubuli wird die renale Harnstoffausscheidung daher in erster Linie von der Höhe des Harnstoffblutspiegels bestimmt.

Die Harnstoffkonzentration im Blut hängt ihrerseits unter anderem von Menge und Qualität des aufgenommenen Futterproteins ab.

Die Beziehung zwischen N-Aufnahme, Harnstoffkonzentration im Plasma und Harnstoffausscheidung wurde von COCIMANO und LENG (1967) an 23 Schafen untersucht. Tabelle 1 zeigt die mit ansteigender Harnstoffkonzentration im Plasma zunehmende Harnstoffausscheidung.

Tabelle 1

N-Aufnahme, Harnstoffkonzentration im Blutplasma und Harnstoffausscheidung bei 23 Schafen

N-Aufnahme (g/Tag)	Harnstoffkonzentration im Plasma (mg/100 ml)	Harnstoffausscheidung (mg/min)
2.8	7.3	0.46
3.6	11.3	0.97
13.0	32.4	10.00
21.6	45.3	18.40
35.6	70.5	28.50

^xGFR = Glomeruläre Filtrationsrate

Die Auswirkung der Verfütterung von Proteinen unterschiedlicher biologischer Wertigkeit auf den Harnstoffblutspiegel konnten MÜNCHOW und BERGNER (1967) an Schweinen und Ratten zeigen. Die Autoren fanden enge Korrelationen zwischen der biologischen Wertigkeit von Futterproteinen und dem Harnstoffblutspiegel. Die Beziehung zwischen diesen beiden Größen besagt, daß bei Proteinen mit geringer biologischer Wertigkeit die vom Organismus nicht verwertbaren Aminosäuren zum Teil desaminiert werden, und der entstehende Ammoniak zu hohen Harnstoffkonzentrationen im Blut führt.

Tabelle 2

Harnstoffkonzentration im Blut von wachsenden Ratten in Abhängigkeit von der biologischen Wertigkeit des Nahrungsproteins (n. MÜNCHOW und BERGNER, 1967)

Futtermittel	Harnstoff im Blut (mg/100 ml)	Biologische Wertigkeit
Volleipulver	16.4	100
Trockenmagermilch	20.7	79
Fischmehl	24.1	68
Hefe 50	26.6	49
Gelatine	29.2	8

Bei quantitativ und qualitativ äquivalenter Proteinzufuhr hingegen, entscheidet das individuelle Proteinansatzvermögen eines Tieres über die Höhe des Harnstoffblutspiegels. Je größer der Anteil des aufgenommenen Futterstickstoffs ist, der in körpereigenes Protein umgewandelt wird, desto geringer sind Ammoniakproduktion und Harnstoffsynthese. Der Umfang der Harnstoffsynthese spiegelt sich in der Blutharnstoffkonzentration wieder.

Die Beziehung zwischen Serumharnstoff und Proteinsyntheserate bzw. dem Körperwachstum von Mastkälbern wurde kürzlich von ZUCKER, LESKOVA und TSCHIRCH (1972) aufgezeigt. Bei 48 Kälbern bestanden in den einzelnen Mastwochen negative Korrelationen zwischen der Harnstoffkonzentration in einer einmal wöchentlich entnommenen Blutprobe und der täglichen Gewichtszunahme. Die Korrelationen waren jedoch nicht in allen Fällen signifikant.

2.2 Kreatininausscheidung

Schon im Jahre 1905 wies FOLIN auf die relativ konstante Kreatininausscheidungsrate im Harn des Menschen hin. Seit dieser Zeit ist die Eignung der Kreatininkonzentration in Einzelharnproben als Bezugsgröße für die ausgeschiedene Harnmenge in zahlreichen Untersuchungen geprüft worden (SZAKOWSKI, 1970, PLOUGH und CONSOLAZIO, 1959, POWELL et al., 1961). Die Ergebnisse sind widersprüchlich und bis zum heutigen Tag nicht eindeutig. Einige Gründe für diesen Tatbestand lassen sich aus den biochemischen Prozessen ableiten, die der Kreatininausscheidung vorangehen.

Die Kreatinbiosynthese beginnt mit der Übertragung der Amidgruppe des Arginins auf Glycin durch die Glycinamidin-Transferase. Diese Reaktion erfolgt in der Niere und führt zur Bildung von Guanidinoessigsäure, die in der Leber durch Guadinacetat-Methyltransferase zu Kreatin methyliert wird. Kreatin gelangt auf dem Blutwege in die Muskelzelle und wird hier durch Kreatinkinase in die energiereiche Verbindung Kreatinphosphat umgewandelt (SEARCY, 1969). Der Kreatinphosphatgehalt der Skelettmuskulatur beträgt etwa 20 mMol/kg Gewebe (RAPOPORT, 1964).

Ein gewisser Anteil des Muskelkreatins (etwa 2%) wird täglich durch Dehydratisierung irreversibel zu Kreatinin abgebaut und mit dem Harn ausgeschieden. Hieraus geht hervor, daß die Kreatininausscheidung eines Individuums in erster Linie vom Kreatinvorrat des Körpers und damit von dessen Muskelmasse abhängt.

Die enge Beziehung zwischen Muskelmasse und Kreatinin-ausscheidung wurde von VAN NIEKERK et al. (1963a) durch Untersuchungen an 65 Schafen bestätigt. Die Autoren zogen als Parameter für die Muskelmasse der 4 - 27 Monate alten Versuchstiere den Rohproteingehalt des ingestafreien Körpers heran.

Tabelle 3

Körperzusammensetzung von 65 Schafen (n. VAN NIEKERK)

Bestandteil	Schwankungsbreite (%)
Wasser	39.6 - 73.8
Fett	4.9 - 46.6
Protein	10.7 - 17.7
Asche	1.7 - 5.6
Trockensubstanz	26.2 - 60.4

Die Beziehung zwischen der täglichen Kreatininausscheidung (in mg/24 h = x) und dem Proteingehalt des ingestafreien Körpers (in g = y) ließ sich durch eine Regressionsgerade mit der Gleichung $y = 493 + 4.59 x$ darstellen. Der Korrelationskoeffizient von $r = 0.97$ zeigt, daß diese Beziehung statistisch hochsignifikant ist. Als Ergebnis der Untersuchungen ergibt sich bei Schafen eine tägliche Kreatinin-ausscheidung von 0.195 mg/g Körperprotein. Bezieht man allerdings die tägliche Kreatininausscheidung auf das Körpergewicht (kg) - diese Größe (mg Kreatinin in 24 Stunden/kg Körpergewicht) wird seit SHAFFER (1908) als „Kreatininkoeffizient“ bezeichnet - so schwanken die Werte wegen der sehr unterschiedlichen Körperproteingehalte zwischen 21 und 35 mg in 24 h/kg Körpergewicht.

Auf ähnliche Verhältnisse weisen McClugage et al. (1931) beim Menschen hin. Sie berichten über Untersuchungen an 5 sehr fettleibigen Menschen, deren Kreatininkoeffizient mit 8.3 weit unterhalb des Normbereichs lag. Nach einer Abmagerungskur, bei der die Patienten vornehmlich Körperfett verloren, stieg der Kreatininkoeffizient auf normale Werte um 24 mg in 24 h/kg Körpergewicht an. Auch die Unterschiede zwischen den Kreatininkoeffizienten von Kindern, Frauen und Männern, die in Tabelle 4 wiedergegeben werden, sind auf verschieden hohe Anteile der Muskelmasse am Körpergewicht zurückzuführen.

Tabelle 4

Kreatininkoeffizienten von gesunden Menschen (n.SEARCHY, 1969)

Alter	Kreatininkoeffizient (mg/24 h und kg KG)
Neugeborene	7 - 12
4 - 4.5 Jahre	15 - 20
erwachsene Männer	24 - 26
erwachsene Frauen	20 - 22

Im Lehrbuch der Physiologie des Menschen von REIN und SCHNEIDER (1966) wird die Kreatininausscheidung in 24 Stunden bei Fleischkost mit 2100 mg und bei Brotkost mit 900 mg angegeben.

Der Einfluß von Nahrungskreatin auf die Kreatininausscheidung wurde von BLEILER und SCHEDL (1962) durch Untersuchungen an 69 Menschen aufgezeigt. Die Probanden erhielten zunächst fleischhaltige Rationen, die dann durch proteinäquivalente, aber kreatinfreie Diäten ersetzt wurden. Nach Entzug des exogenen Kreatins sank der Kreatininkoeffizient von 24 auf Werte zwischen 18 und 21 ab.

Andere Nahrungsfaktoren, insbesondere der Proteingehalt einer Ration, beeinflussen die Kreatininausscheidung nicht unmittelbar, sondern auf dem Umweg über Veränderungen der Körperzusammensetzung (VAN NIEKERK et al., 1963b). Dieser Effekt wurde von WALKER und COOK (1967) in Fütterungsversuchen mit Lämmern nachgewiesen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5

Einfluß des Proteinanteils in der Ration auf Kreatinin-
koeffizienten und Körperproteingehalte von Lämmern

Diät	A	B	C
Proteingehalt der Diät (%)	6.1	11.9	17.5
Proteingehalt des Schlacht- körpers (%)	15.7	16.5	17.4
Kreatinin- koeffizient	21.6	25.2	29.3

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß konstante Kreatininkoeffizienten (mg Kreatinin in 24 Stunden/kg Körpergewicht) innerhalb eines Tierkollektivs nur bei gleicher Fütterung und Körperzusammensetzung der Versuchstiere zu erwarten sind.

Wenn die Kreatininkonzentration in Einzelharnproben als Bezugsgröße für die ausgeschiedene Harnmenge geeignet sein soll, muß die Kreatininausscheidung, gemessen in mg/min, unabhängig von der Diurese und über 24 Stunden gleichmäßig verteilt sein. POULSEN (1957) untersuchte die Beziehung zwischen Harnfluß (ml/min) und Kreatininausscheidung (mg/min) bei 9 Kühen. Im Bereich zwischen 2.0 und 130 ml/min konnte kein Einfluß der Diurese auf die Kreatininausscheidung festgestellt werden.

DE GROOT und AAFJES (1960) gewannen durch Katheterisieren der Harnblase 225 Einzelharnproben von 7 Kühen und ermittelten die Kreatininausscheidung jedes Tieres in mg/min. Die Variationskoeffizienten (s%) lagen für jedes einzelne Versuchstier unter ± 10 ($\pm 5.6 - \pm 10$).

Ebenso wie DE GROOT und AAFJES (1960) beim Rind, fanden SZAKOWSKI et al. (1970) beim Menschen keinen circadianen Rhythmus der Kreatininausscheidung.

2.3 Kreatininkonzentration im Harn als Bezugsgröße für die ausgeschiedene Harnmenge

Es ist bisher keine Substanz bekannt, die im Harn ebenso konstant ausgeschieden wird wie Kreatinin. Aus diesem Grunde wird die Kreatininkonzentration im 24-Stundenharn beim Menschen häufig herangezogen, um die Harnmenge auf ihre Vollständigkeit zu überprüfen (RICHTERICH, 1971). Da die quantitative Harnsammlung über 24 Stunden nur unter größerem technischem Aufwand möglich ist, sind zahlreiche Untersucher dazu übergegangen, die Konzentration verschiedener Harnbestandteile auf die Kreatininkonzentration zu beziehen, und aus diesem Quotienten auf die Gesamtausscheidung zu schließen.

Diese Methode wird häufig dazu verwendet, um die Steroidausscheidung im Harn von Menschen und Haustieren zu bestimmen (RICHTERICH, 1971, ERB et al., 1970, KARG et al., 1972)

Einige Bedeutung hat darüber hinaus der Stickstoff/Kreatininquotient im Harn bei der Untersuchung von Fragen des Proteinstoffwechsels erlangt. POWELL et al., (1961) fanden eine hochsignifikante Korrelation ($n = 90$; $r = 0.69$) zwischen dem Stickstoff/Kreatininverhältnis in Spontanharproben ($= x$) und der täglichen Proteinaufnahme ($= y$) des Menschen.

In Vorversuchen prüften die Autoren die Schwankungsbreite des Stickstoff/Kreatininquotienten im Verlaufe von 24 Stunden.

Tabelle 6

Variation des Stickstoff/Kreatininquotienten in
24 Stunden (n. POWELL et al.)

Uhrzeit	Stickstoff/Kreatininquotient
5 - 8	5.7
8 - 12	5.3
12 - 17	5.4
17 - 21	5.7
21 - 1	5.9
1 - 5	6.1

Die enge Beziehung zwischen biologischer Wertigkeit des Futterproteins und Harnstoffsynthese läßt sich nicht nur am Harnstoff-Blutspiegel (MÜNCHOW und BERGNER, 1967) sondern ebenso exakt am Stickstoff/Kreatininverhältnis des Harns ablesen. Nach MURLIN et al., (1953) nimmt der prozentuale Anteil des Kreatininstickstoffs am Gesamt - Harn - N bei Hunden mit zunehmender biologischer Wertigkeit des verfütterten Proteins zu. Dies bedeutet, daß der Stickstoff/Kreatininquotient im Harn mit steigender Proteinqualität immer kleinere Zahlenwerte annimmt.

Untersuchungen von ALBIN und CLANTON (1966) haben gezeigt, daß der Stickstoff/Kreatininquotient in Einzelharnproben von tragenden Kühen und von Mastrindern unabhängig von der Tageszeit geeignet ist, um Aussagen über das Protein-Energieverhältnis in der Ration zu treffen.

An 2 x 12 tragende Kühe und 8 Mastbullen wurden protein-äquivalente Rationen mit unterschiedlich hohem Energiegehalt verfüttert (HE = Hochenergie; NE = Niedrigenergie).

Bei Verfütterung der NE-Ration wurde ein nennenswerter Anteil des aufgenommenen Futterproteins durch vermehrte Desaminierung von Aminosäuren energetisch genutzt.

Die hieraus resultierende Zunahme der Harnstoffsynthese führte zum Anstieg der Harn-N-Ausscheidung und damit zu größeren Stickstoff/Kreatininquotienten.

Tabelle 7

Mittlere Stickstoff/Kreatininquotienten im Harn von 24 Kühen und 8 Mastbullen bei proteinäquivalenten Rationen mit unterschiedlichem Energieniveau (n.ALBIN und CLANTON).

	NE	HE
Kühe, Gruppe A (n = 12)	5.0	3.7
Kühe, Gruppe B (n = 12)	6.3	2.9
Mastbullen (n = 8)	5.3	3.8

Bei ähnlichen Experimenten, in denen der Einfluß unterschiedlich hoher Proteinaufnahmen auf den Stickstoff-Kreatininquotienten im Harn von Rindern untersucht wurde, zeigte sich eine signifikante Korrelation zwischen Harnstoff-N und Gesamt-Harn-N (KERTZ et al., 1970).

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1 Versuchstiere

Die vorliegenden Untersuchungen wurden an 101 männlichen Mastkälbern der Rasse "Deutsches Höhenfleckvieh" (56 - 180 kg Körpergewicht) durchgeführt. Die Kälber wurden im Alter von 10 - 20 Tagen auf öffentlichen Viehmärkten angekauft.

3.2 Fütterung der Versuchstiere

Stoffwechselversuch I und II

In Stoffwechselversuch I und II erhielten die Versuchstiere 2 Milchaustauschfutter, die bei quantitativ und qualitativ gleicher Proteinversorgung über unterschiedliche Fettgehalte eine Variation der Energiezufuhr gestatten. (1000 g HE entsprechen 870 g NE)

Rationszusammensetzung (kg)

	Hochenergie (HE)	Niedrigenergie(NE)
Trockenmagermilch	50.00	65.00
Fettkonzentrat (50%)	30.00	-
Sojaöl	-	2.00
Süßmolkenpulver	17.45	17.45
CaHPO ₄	1.00	1.00
CaCO ₃	0.25	0.25
NaCl	0.30	0.30
CaCl ₂	0.10	0.10
MgO	0.10	0.10
Vitaminvormischung (1)	0.50	0.50
Aurofac 40 (4% CTC)	0.30	0.30
Rohprotein (%)	24.70	28.40

(1) enthält in 5g (= pro kg der fertigen Mischung):

24000 I.E. Vitamin A, 3000 I.E. Vitamin D₃,
50 mg Vitamin E, 150 mg Vitamin C, 2mg Thiamin,
4mg Riboflavin, 2mg Pyridoxin, 30mcg Vitamin B₁₂,
15mg Ca-Panthothenat, 30mg Nicotinsäure, 250mg Cholinchlorid,
1mg Vitamin K₃.

Stoffwechselversuch III

In Stoffwechselversuch III wurde ausschließlich das
Milchaustauschfutter HE eingesetzt.

Wachstumsversuch I

In Wachstumsversuch I wurde ein Milchaustauschfutter
folgender Rationszusammensetzung (%) eingesetzt:

Trockenmagermilch	60.0
Fettmischung ⁽¹⁾	18.0
Süßmolkenpulver	12.0
Weizenquellmehl	8.0
Mineralstoffmischung ⁽²⁾	1.4
Vitaminvormischung ⁽³⁾	0.6
	100.0

- (1) 40% Seetierfett, 30% Rindertalg, 10% Kokosfett
10% Palmöl, 5% Sojaöl, 5% Sojalecithin
- (2) enthält in 14 g (= pro kg der fertigen Mischung):
2.6 g Calcium, 1.8 g Phosphor, 0.8 g Natrium, 0.6 g Magnesium
- (3) enthält in 6 g (= pro kg der fertigen Mischung):
24000 I.E. Vitamin A, 3000 I.E. Vitamin D₃,
150 mg Vitamin E, 150 mg Vitamin C, 2 mg Thiamin,
5 mg Riboflavin, 2 mg Pyridoxin, 20 mcg Vitamin B₁₂,
33 mg Mangan, 22 mg Zink, 8 mg Eisen, 5 mg Kupfer,
120 mg CTC, 800 mg L-Lysin.

Der analytisch ermittelte Rohproteingehalt betrug: 22,5 %

Die Futterzumessung erfolgte individuell nach Körpergewicht (s. Tränkplan)

Tränkplan

Versuchs- woche	Milchaustauschfutter in % d.Körpergewichtes/Tag	g Milchaustausch- futter/l Tränke
1.	1.00	140
2.	1.60	140
3.	2.00	170
4.	2.20	190
5.	2.20	200
6.	2.20	210
7.	2.10	230
8.	2.05	230
9.	2.00	230
10.	1.95	250

Wachstumsversuch II

Wachstumsversuch II wurde in 3 Fütterungsabschnitte unterteilt. Die Zusammensetzung der betreffenden Rationen ist aus Tabelle 8 zu entnehmen.

Die Futterzumessung erfolgte wie in Wachstumsversuch I individuell nach Körpergewicht.

Tränkplan

Versuchswoche	Milchaustauschfutter in % d. Körpergewichtes/Tag	g Milchaustausch- futter/l Tränke
1.	1.00	100
2.	1.45	135
3.	1.90	160
4.	2.10	180
5.	2.10	180
6.	2.20	200
7.	2.25	210
8.	2.22	220
9.	2.05	230
10.	2.00	230
11.	1.90	250

Tabelle 8

Milchaustauschfutter Wachstumsversuch II

Rationszusammensetzung (%)

	Starter			Mast I			Mast II		
	M	S	M	S	M	S	M	S	
Trockenmagermilch	70	60	60	45	50	20			
Surrogatprotein	-	10	-	15	-	30			
Süßmolkenpulver	10	10	20	20	30	29			
Fettmischung	18	18	18	18	18	18			
Mineralstoffmischung	1.0	1.3	1.2	1.5	1.3	2.0			
Vitaminvormischung	1.0	0.7	0.8	0.5	0.7	1.0			
	100	100	100	100	100	100			
Rohprotein (%)	24.6	24.7	23.3	23.3	20.8	20.7			

1
1
1

In Wachstumsversuch II wurde der Einfluß eines Anabolics (Östradiolbenzoat-Trienbolon-Kombination) auf die Leistungsmerkmale von Mastkälbern geprüft. Die Versuchspräparate wurden den Tieren am Ohrgrund implantiert. Implantationszeitpunkte und applizierte Mengen sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9

Östradiolbenzoat(ÖB) - Trienbolon(T) - Implantation
Wachstumsversuch II

Versuchsgruppe	Implantationszeitpunkt	Implantat
1 (n=13)	Kontrollgruppe	-
2 (n=13)	19. Versuchstag	25 mg ÖB + 140 mg T
3 (n=13)	19. Versuchstag	12.5 mg ÖB + 70 mg T
	54. Versuchstag	12.5 mg ÖB + 70 mg T
4 (n=13)	54. Versuchstag	25 mg ÖB + 140 mg T

3.3 Harnstoffbestimmung in Serum und Harn von Mastkälbern

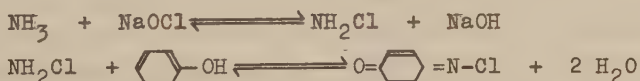
Die Harnstoffbestimmung in Harn und Serum erfolgte nach der Methode von FAWCETT und SCOTT (1960).

Prinzip

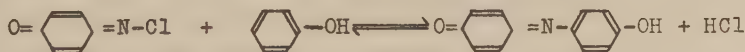
In einem ersten Reaktionsschritt wird das Harnstoffmolekül durch das Enzym Urease in Kohlendioxid und Ammoniak gespalten.



Der durch diese enzymkatalysierte Umsetzung freigewordene Ammoniak wird dann mit der "Berthelot-Reaktion" nachgewiesen. Hierbei reagiert der Ammoniak mit Natriumhypochlorit unter Bildung von Chloramin, das sich mit Phenol und Sauerstoff in Gegenwart von Nitroprussidnatrium, $\text{Na}_2 [\text{Fe}(\text{CN})_5] \text{NO}$, als Katalysator, zu p-Chinonchlorimin verbindet.



Durch weitere Reaktion mit Phenol entsteht hieraus ein Indophenolfarbstoff, der in alkalischer Lösung blau ist und dessen Intensität (Filter Hg 578) von der Harnstoffkonzentration der Meßlösung abhängt (KANTER, 1968).



Reagenzien

Ureaselösung, 2 mg/ml; 0.05 M Phosphatpuffer, pH 6.5
Harnstoffstandard, 3 mg Harnstoff/100 ml
Stabilisierte Harnstoffstandardlösungen, 20, 40, 80,
120, 160 und 200 mg/100 ml
0.106 M Phenollösung; 0.17 mM Nitroprussidnatrium
11 mM Natriumhypochloritlösung; 0.125 N Natronlauge

Bezugsquelle : Biochemica-Test-Combination 15930
Preciset Harnstoff
Boehringer Mannheim GmbH

Durchführung

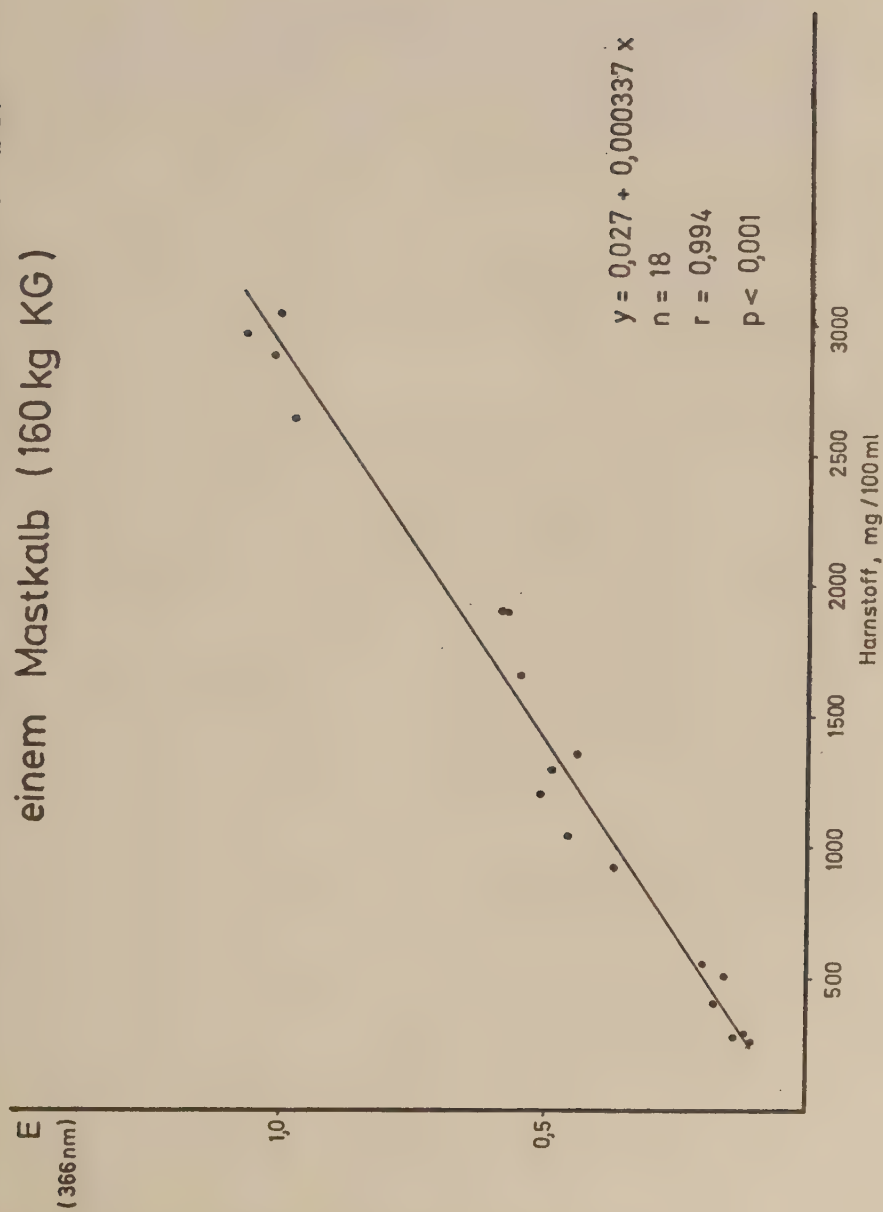
Abweichend von der angegebenen Methode werden die Harnproben vor der Analyse im Verhältnis 1:50 bis 1:1000 mit aqua dest. verdünnt.

Nach ISMAIL et al.(1972) ist die Ausscheidungsrate des wichtigsten Harnpigments Urochrom beim Menschen ähnlich konstant wie die des Kreatinins. Da es bisher nicht gelungen ist, die Struktur des Urochrom endgültig aufzuklären und geeignete analytische Methoden fehlen, bestimmten die Autoren die Farbtintensität von Harnproben durch kolorimetrischen Vergleich mit entsprechend gefärbten Kaliumchromatlösungen.

In Untersuchungen von BOEHMCKE,(1971) wurden Spontanharnproben von Mastkälbern filtriert und deren Extinktion bei einer Wellenlänge von 366 nm gemessen. Die Extinktionswerte stehen in enger Beziehung zum Harnminutenvolumen (ml/min). Dabei gehen zunehmende Extinktionen, das heißt zunehmende Harnfarbstoffkonzentrationen, mit abnehmendem Harnfluß einher.

Da zwischen Harnstoffkonzentration und Harnfarbe von Spontanharnproben ebenfalls eine enge Beziehung besteht, (s.Abb.1) konnte als Anhaltspunkt für das jeweils günstigste Verdünnungsverhältnis von Einzelharnproben deren Farbtintensität (366 nm) herangezogen werden.

Abb. 1 Harnstoffkonzentration und Harnfarbe (24h) bei einem Mastkalb (160 kg KG)



Die Serumproben wurden vor der Analyse im Verhältnis 1 : 10 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt.

Ureaselösung, verdünnter Harn, bzw. verdünntes Serum, Phenol mit Nitroprussidnatrium und Natriumhypochlorit werden nach folgendem Schema in Reagenzgläsern zusammengegeben.

	Leerwert	Standard	Probe
Ureaselösung	0.1 ml	0.1 ml	0.1 ml
Harnstoffstandard	-	0.2 ml	-
Harn, bzw. Serum verdünnt	-	-	0.2 ml

Die Proben werden gründlich gemischt, mit Stopfen verschlossen und bleiben 10 min bei 37°C im Wasserbad stehen. Hiernach werden zu Leerwert, Standard und Probe jeweils 5.0 ml Phenol-Nitroprussidnatriumlösung sowie 5.0 ml Natriumhypochloritlösung gegeben. Die Proben werden abermals gemischt und verbleiben danach 30 min bei 37°C im Wasserbad. Anschließend wird die Extinktion des blauen Indophenolfarbkomplexes bei Filter Hg 578 in Glasküvetten (d = 2 cm) gegen den Reagenzienleerwert gemessen.

Für die Berechnung der Harnstoffkonzentration in Harn und Serum gilt folgende Beziehung :

Harnstoffkonzentration, mg/100 ml =

$$\frac{\text{Extinktion Analyse}}{\text{Extinktion Standard}} \times c(\text{Standard, mg/100ml}) \times \text{Verdünnungsfaktor}$$

Abbildung 2 zeigt die Eichkurve zur Harnstoffbestimmung in Harn und Serum.

Tabelle 10 enthält die Ergebnisse von Harnstoffbestimmungen in 6 Harnproben, denen 229 - 540 mg Harnstoff/100 ml Harn zugesetzt wurden. Die Gesamt-Wiederauffindungsrate betrug $99.9 \pm 1.1\%$ des zugesetzten Harnstoffs.

Tabelle 10

Harnstoffbestimmung im Kälberharn

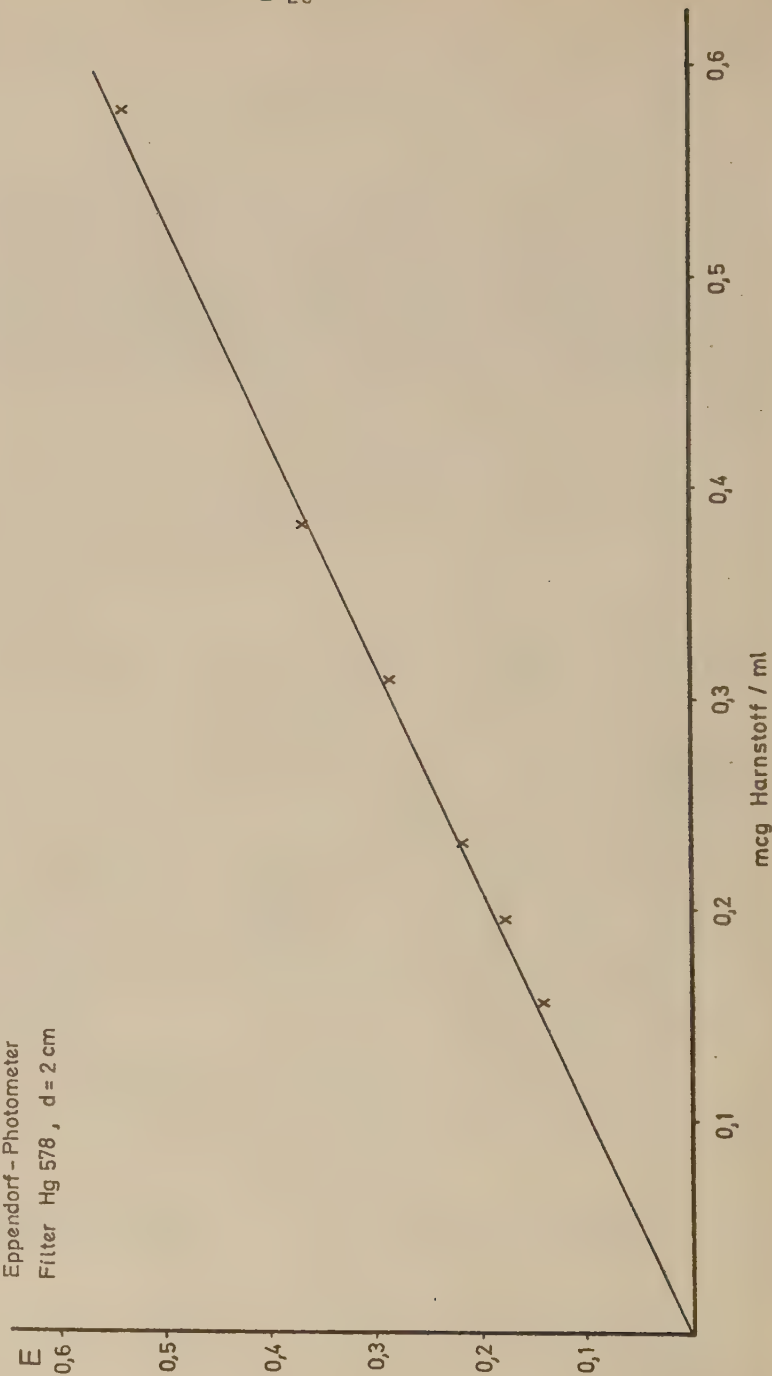
Harnstoff- konzentra- tion im Käl- berharn mg/100 ml	Harnstoff- zusatz mg/100 ml	Harnstoffkonzen- tration im Harn + Harnstoffzu- satz, mg/100 ml	Wiederauffindungs- rate in % des Zu- satzes
197	221	415	99.3
1118	407	1542	101.1
138	540	686	101.2
96	523	609	98.4
1230	303	1536	100.2
1155	243	1385	<u>99.7</u>
			99.9 $\pm$ 1.1

Abb. 2 Urease - Berthelot - Reaktion zur Bestimmung von Harnstoff in Harn und Serum von Mastkälbern.

Methode: FAWCETT und SCOTT (1960)

Eppendorf - Photometer

Filter Hg 578, $d = 2$ cm



3.4 Kreatininbestimmung im Kälberharn

Die Kreatininbestimmung im Harn erfolgte nach der Methode von POPPER et al.(1937)

Prinzip

Kreatinin bildet mit Pikrinsäure im stark alkalischen Milieu einen gelb-roten Farbkomplex, dessen Extinktion bei 546 nm der Kreatininkonzentration proportional ist. Der Ablauf dieser Reaktion ist bisher nach SEARCY (1969) nicht endgültig aufgeklärt. Nach ARCHIBALD (1962) entsteht bei Temperaturen unter 30°C während einer Reaktionszeit von maximal 15 Minuten ausschließlich ein Kreatininpikrat, dessen Konfiguration nicht bekannt ist. Wird die Reaktionszeit von 15 Minuten, sowie die Temperatur von 30°C überschritten, so kann als störende Verbindung Methylguanidin entstehen.

Die Reaktion ist nicht spezifisch und kann durch Anwesenheit größerer Mengen reduzierender Substanzen gestört werden. Bei der physiologischerweise niedrigen Kreatininkonzentration im Serum (beim Menschen nach SCHIRMEISTER, et al.,1964,0.5 - 1.1 mg/100 ml) führt die angegebene Bestimmungsmethode daher zu falschen überhöhten Resultaten. Im Harn treten jedoch wegen der wesentlich höheren Kreatininwerte (15 - 360 mg/100 ml) bis zu Konzentrationen von 5000 mg Glucose, 5000 mg Fructose, 5000 mg Hydroxybuttersäure, 2000 mg Ascorbinsäure, 1500 mg Aceton und 200 mg Acetessigsäure/100 ml keine Störungen auf. Die Kreatininbestimmung im Blutserum erfolgt heute üblicherweise nach einer Methode von LØKEN (1954), wobei das echte endogene Kreatinin an Lloyds Reagens gebunden und nach Lösung isoliert bestimmt werden kann, ohne daß andere Jaffé-positiv reagierende Chromogene mit in die Messung eingehen.

Nach Untersuchungen von VOGEL (1962) führt die Methode von LØKEN im Serum von Kälbern, Rindern, Ziegen, Schafen, Pferden und Schweinen gegenüber der Analysenvorschrift von POPPER et al. (1937) zu 20 - 40% niedrigeren Kreatininwerten. Im Harn dieser Tierarten treten derartige Unterschiede jedoch nicht auf.

Reagenzien

Stabilisierte Kreatinin-Standardlösungen, 1, 2, 3, 4, 5, und 6 mg/100 ml

Pikrinsäure, 43 mM

Natronlauge, 4.1 N

Trichloressigsäure, 3 M

Bezugsquelle : Biochemica-Test-Combination 15943

Preciset Kreatinin 15723

Boehringer Mannheim GmbH

Durchführung

Abweichend von der angegebenen Methode werden die Harnproben vor der Analyse je nach Höhe der Kreatininkonzentration im Verhältnis 1:1 bis 1:40 mit aqua dest. verdünnt. Durch Verdünnungen 1:1 bis 1:40 wird die Extinktion des entstehenden Farbkomplexes in den günstigen Meßbereich zwischen 0.1 und 0.6 gerückt.

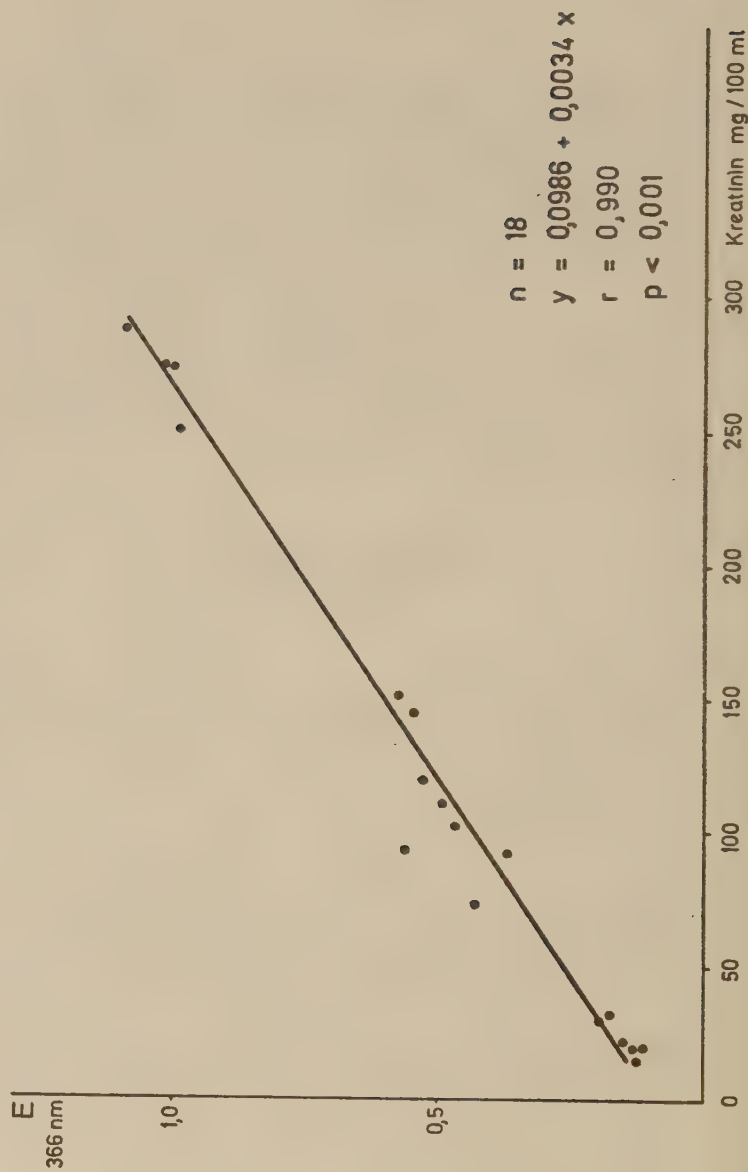
Da nach BOEHNCKE (1971) die renale Wasserausscheidung von Mastkälbern einen mahlzeitenabhängigen, circadianen Rhythmus mit Maximalwerten zwischen 20 und 40 ml/min nach der Morgen- und Abendtränke und Minimalwerten zwischen 1.3 und 3.3 ml/min während der Nachtstunden aufweist, ist mit entsprechend starken Schwankungen der Kreatininkonzentration im Harn zu rechnen.

Da zwischen Kreatininkonzentration und Harnfarbe eine ähnlich enge Beziehung wie zwischen Harnstoffkonzentration und Harnfarbe (s. Abb. 3) besteht, wurde die Extinktion (366 nm) jeder Harnprobe vor der Analyse gemessen, und die Verdünnung mit aqua dest. entsprechend der Farbintensität vorgenommen. (s. Verdünnungsschema). Die Korrelationen zwischen Kreatininkonzentration ($\text{mg}/100 \text{ ml} = x$) und der Harnfarbe (Extinktion, $366 \text{ nm} = y$) weisen sowohl über 24 Stunden beim Einzeltier als auch in Spontanharnproben von 41 Versuchstieren am gleichen Tag, Korrelationskoeffizienten von $r > 0.97$ auf. Die entsprechenden Regressionsgeraden sind in Abbildung 3 und 4 dargestellt.

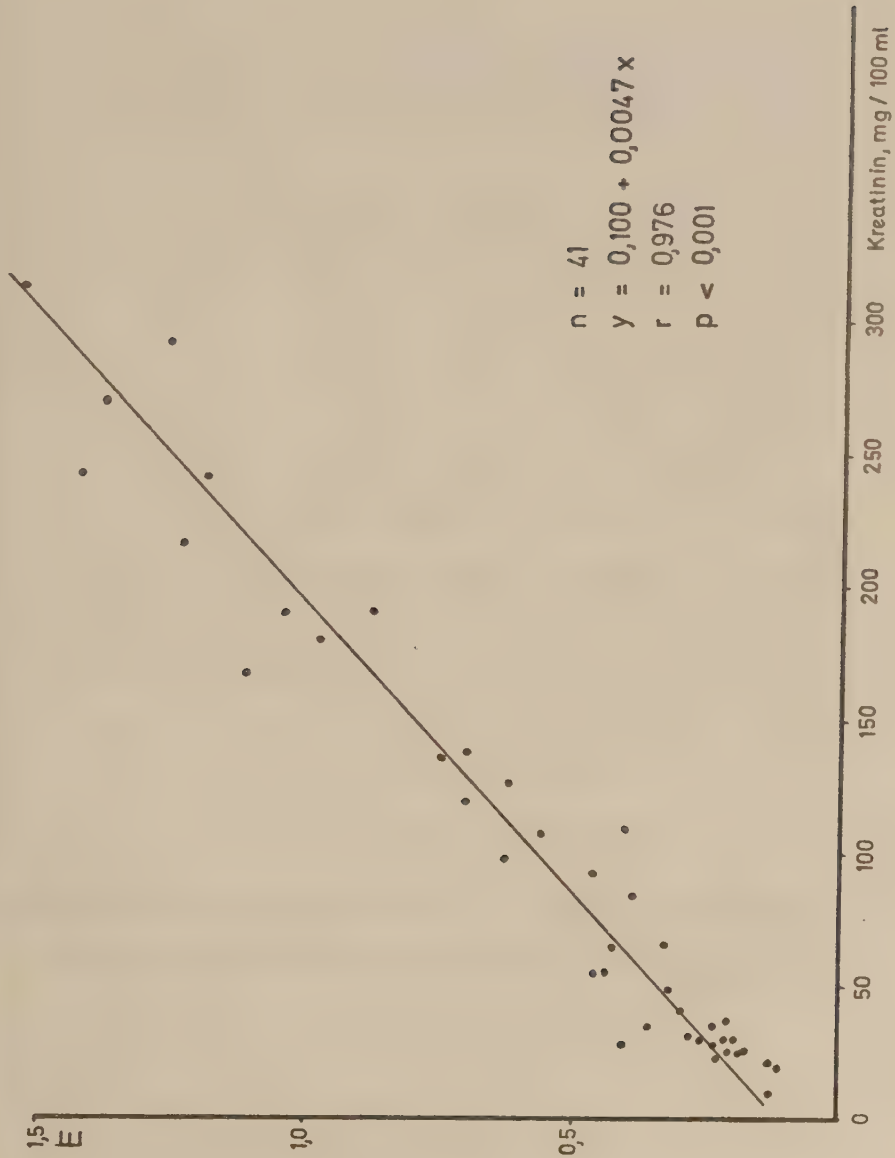
Verdünnungsschema

Extinktion (366 nm)	Verdünnung
0.1 - 0.2	1 : 1
0.2 - 0.3	1 : 4
0.3 - 0.4	1 : 5
0.4 - 0.6	1 : 10
0.6 - 0.9	1 : 20
über 0.9	1 : 40

Abb.3 Kreatininkonzentration und Harnfarbe (24 Stunden)
bei einem Mastkalb (160 kg KG)



bei 41 Mastkälbern.



Destilliertes Wasser, Trichloressigsäure, verdünnter Harn, Pikrinsäure und Natronlauge werden in Reagenzgläsern (10 ml) nach folgendem Schema zusammengegeben:

	Leerwert	Standard	Probe
Aqua dest.	2.0 ml	1.0 ml	1.0 ml
Kreatininstandard	-	1.0 ml	-
Trichloressigsäure	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml
verdünnter Harn	-	-	1.0 ml
Pikrinsäure	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml
Natronlauge	1.0 ml	1.0 ml	1.0 ml

Die Proben werden gut gemischt und bleiben 15 min bei Raumtemperatur stehen. Anschließend wird die Extinktion des gelb-roten Farbkomplexes mit einem Eppendorf-Filterphotometer bei Filter Hg 546 in Glasküvetten (d = 2 cm) gegen den Reagenzienleerwert gemessen.

Für die Berechnung der Kreatininkonzentration im Kälberharn gilt folgende Gleichung:

Kreatininkonzentration, mg/100 ml =

$$\frac{\text{Extinktion Analyse}}{\text{Extinktion Standard}} \times c \text{ Standard (mg/100 ml)} \times \text{Verdünnungsfaktor}$$

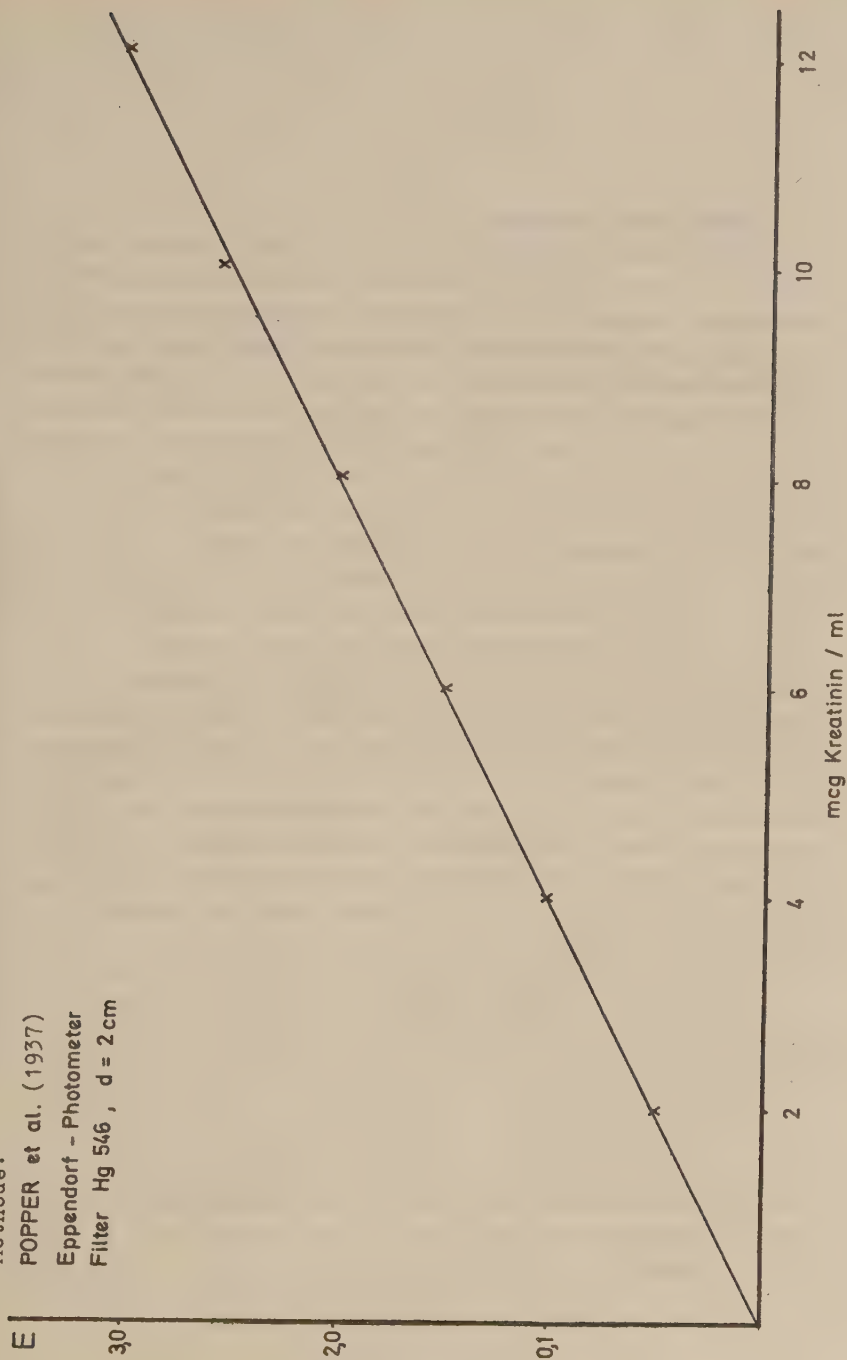
Abbildung 5 zeigt die Eichkurve zur Kreatininbestimmung im Kälberharn.

Methode:

POPPER et al. (1937)

Eppendorf - Photometer

Filter Hg 546, $d = 2\text{ cm}$



3.5 Harn- und Kotsammlung

Zur Durchführung von N-Bilanzversuchen wurden männliche Mastkälber in Stoffwechselkäfigen gehalten, deren Konstruktion an anderer Stelle (BARRY, 1969) eingehend beschrieben ist.

Die Harnsammelgefäße wurden zweimal in 24 Stunden entleert und die Harnmenge (ml) in einer Mensur bestimmt.

Nach gründlichem Durchmischen wurde ein aliquoter Teil (5%) der Harnportion zur Analyse entnommen, filtriert und bis zur Harnstoff-bzw. Kreatininbestimmung in Kautex-Flaschen tiefgefroren aufbewahrt.

Der in 24 Stunden ausgeschiedene Kot wurde täglich um 9 Uhr entnommen und gewogen. Nach Homogenisierung wurde auch hier ein aliquoter Teil (20%) in Kautex-Flaschen eingewogen und in der Tiefkühltruhe gelagert. Die Gewinnung von Einzelharnproben erfolgte mit einem einfachen Harnsammelbeutel, der das Orificium urethrae umschließt und mit einer Schnur an dem Tier fixiert wird. Auf diese Weise gelingt es, in maximal 60 min von 48 Versuchstieren je eine Harnprobe aufzufangen.

Der geeignete Zeitpunkt für die Gewinnung von Einzelharnproben liegt kurz nach der Fütterung, weil nach BOEHNCKE (1971) beim Mastkalb die renale Wasserausscheidung in der Regel unmittelbar im Anschluß an die Tränkeaufnahme einsetzt.

3.6 Harnkonservierung zur Harnstoffanalyse

Sämtliche Harnproben wurden vor der Aufbewahrung mit soviel Schwefelsäure versetzt, daß der pH-Wert auf Werte um 2.0 absank.

Diese Maßnahme führt zur Inaktivierung der von ubiquitären Bakterien, wie *Micrococcus ureae* und *Sarcina ureae* gebildeten Urease.

Wie eigene Untersuchungen gezeigt haben, können unbehandelte oder mit dem Harnfixator Thymol-Isopropanol versetzte Harnproben innerhalb von 24 Stunden, selbst bei Lagerung im Kühlschrank, bis zu 4.8% ihres Harnstoffgehaltes verlieren.(s. Tabelle 11)

Tabelle 11

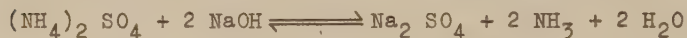
Harnkonservierung zur Harnstoffanalyse

Harnstoff- konzentra- tion der frischen Harnprobe mg/100 ml	Harnstoffkonzentration nach 24 Stunden,mg/100 ml (4 °C)		
	H ₂ SO ₄ -Zusatz pH 2.0	unbehandelt	Thymol-Isopro- panol-Zusatz
360	359	346(-4.0%)	347(-3.6%)
465	467	449(-3.4%)	445(-4.3%)
545	544	522(-4.2%)	519(-4.8%)

3.7 Stickstoffbestimmung in Harn und Kot n. Kjeldahl

Prinzip

Die Proben werden mit konzentrierter Schwefelsäure naß verascht. Hierbei wird der Stickstoff in Ammoniumsulfat überführt. Anschließend wird der Ammoniak mit Natronlauge ausgetrieben, in eine Schwefelsäurevorlage überdestilliert und titrimetrisch bestimmt.



Reagenzien

Schwefelsäure zur N-Bestimmung, etwa 98%, d = 1.84 (Merck 748)

Schwefelsäure, 0.5 N, (Merck 9073)

Kupfer-(II)-Sulfat, p.A., $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, (Merck 2790)

Kaliumsulfat, p.A., K_2SO_4 , (Merck 5153)

Natriumhydroxidplättchen, reinst, DAB 7, (Merck 6482)

Natronlauge, 0.25 N, (Merck 9139)

Taschiroindikator (Methylrot 0.05%, Bromkresolgrün 0.075%)

Antischaumemulsion (Silikonpräparat, Fa. Unfried Chemie, München)
Glasperlen.

Durchführung

a. Kot

Je nach N-Gehalt werden ca. 2 - 4 g Frischkot auf einem N-freien Filterpapier (Schwarzband) eingewogen, zusammen mit 1g Kupfersulfat als Katalysator, 20 g Kaliumsulfat zur Siedepunkterhöhung und 5 Glasperlen in einem 750 ml Kjeldahlkolben gegeben und zur Naßveraschung mit etwa 25 - 30 ml konzentrierter Schwefelsäure versetzt.

Der Kolben wird auf einem elektrischen Veraschungsge­stell 1 1/2 bis 2 Stunden erhitzt, bis sein Inhalt als klare, schwachgrüne Lösung vorliegt. Nach dem Erkalten der Lösung werden 2 - 3 Tropfen Taschiro-Indikator, 2 Tropfen Antischaumemulsion, sowie etwa 500 ml aqua dest. zugegeben. Der Kolben wird an Kühler und NaOH-Vorratsgefäß der Destillationsapparatur angeschlossen. Der Zulaufhahn der Vorratsflasche, die konzentrierte NaOH enthält, wird bis zum Farbumschlag des Indikators geöffnet, gleichzeitig wird der Kolben vorsichtig geschüttelt. Das Auslaufrohr des Kühlers taucht in eine 0.5 N H_2SO_4 -Vorlage ein, die 2 - 3 Tropfen Taschiro-Indikator enthält. Der durch NaOH aus der Analysenlösung freigesetzte Ammoniak wird in der Wärme überdestilliert und in der Vorlage aufgefangen. Unter Abspülen des Kühlerstutzens wird die Vorlage entfernt und mit 0.25 N NaOH bis zum Umschlag des Mischindikators von orange nach grün titriert.

b. Harn

Von der Harnprobe werden je nach N-Gehalt 3 - 8 ml in den Kjeldahlkolben pipettiert und ebenfalls mit ca. 15 - 20 ml konzentrierter H_2SO_4 versetzt. Die weitere Aufarbeitung der Proben erfolgt wie bei a.

Berechnung

mg N / Einwaage in g, bzw. einpipettierte Harnmenge in ml =

$(\text{ml } 0.5 \text{ N } \text{H}_2\text{SO}_4\text{-Vorlage} \times 2 - \text{ml titrierte } 0.25 \text{ N NaOH}) \times 3.5$

3.8 Statistische Methoden

Aus den Einzelergebnissen einer Meßreihe wurde der Mittelwert gebildet und dessen Standardabweichung nach LINDNER (1959) berechnet.

$$s = \pm \sqrt{\frac{S (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

s = Standardabweichung

S = Summe

x = Einzelwert

n = Zahl der Einzelwerte

$\bar{x}$ = Mittelwert aller n

Zum Vergleich der Standardabweichungen verschiedener Meßreihen untereinander wurde der Variationskoeffizient (s%) berechnet.

$$s\% = \pm \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$$

Um den Grad des Zusammenhanges zwischen den Stichprobenwerten der Zufallsvariablen x und y zu bestimmen, wurde der Korrelationskoeffizient r nach PEARSON-BRAVAIS berechnet. Die Prüfung des errechneten Korrelationskoeffizienten erfolgte nach R.A. FISHER (OTTO, 1958).

$$t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \cdot \sqrt{n - 2}$$

4. E R G E B N I S S E

4.1 Harnstoffausscheidung und N-Retention

Im klassischen Bilanzversuch wird der Proteinansatz durch Differenzbildung zwischen N-Aufnahme über das Futter und N-Ausscheidung in Faeces und Harn berechnet. Die Differenz zwischen N-Aufnahme (g/24 h) und faecaler N-Ausscheidung (g/24 h) stellt den „scheinbar“ resorbierten Stickstoff dar. Von diesem scheinbar resorbierten Anteil wird entsprechend der Wachstumspotenz des Kalbes ein gewisser Prozentsatz in körpereigenes Protein umgewandelt.

Der nicht für das Wachstum genutzte Stickstoff wird in der Hauptsache als Harnstoff im Harn ausgeschieden.

Neben Harnstoff sind an der Gesamt-Harn-N-Ausscheidung aber noch andere N-haltige Metaboliten, wie Kreatinin, Allantoin und Ammoniak beteiligt. Daher sollte vorab geprüft werden, wie eng Harnstoffausscheidung und N-Retention korreliert sind. Diese Frage wurde in 3 Bilanzstudien untersucht.

In Versuch I und II wurden zwei Milchaustauschfüttertypen eingesetzt, die bei quantitativ und qualitativ gleicher Proteinversorgung über unterschiedlich hohe Fettkonzentrationen eine Variation der Energiezufuhr erlauben (Zusammensetzung s.S. 15). Es war zu erwarten, daß nach Gabe der NE-Ration (NE = Niedrigenergie, 2% Fett) ein nennenswerter Anteil der Aminosäuren des aufgenommenen Futterproteins energetisch genutzt und nach Transaminierung als Harnstoff ausgeschieden wird. (GROPP, 1971).

In Versuch III wurde der Einfluß eines Anabolicums (Östradiolbenzoat-Trienbolon-Kombination) auf Gewichtszunahme und N-Retention geprüft. Hierzu wurden dem einen der beiden Mastkälber (Caspar) 25 mg Östradiolbenzoat + 140 mg Trienbolon am Ohrgrund implantiert.

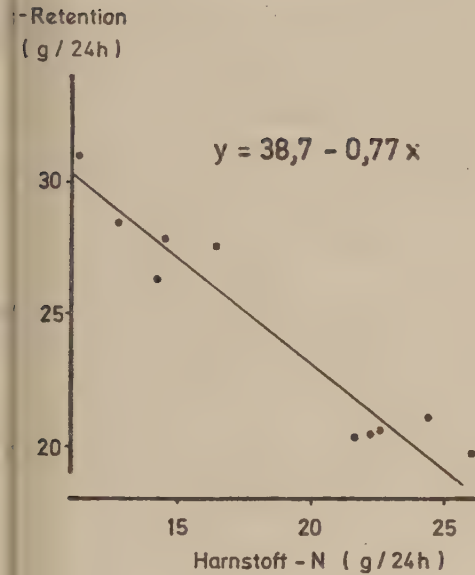
Die Ergebnisse (s. Tabelle 12, S. 42) zeigen, daß Harnstoffausscheidung (g Harnstoff-N/24 h = x) und N-Retention ($g/24$ h = y) hochsignifikant und negativ miteinander korreliert sind, und daß diese Beziehung in jedem der 3 Versuche durch eine lineare Regression bestimmt wird (s. Abbildung 6, S. 41). Hieraus geht hervor, daß die Harnstoffausscheidung (g Harnstoff-N/24 h) einen geeigneten Parameter für den N-Ansatz des Mastkalbes darstellt.

In Versuch III differierte die tägliche N-Aufnahme der beiden Versuchskälber um 5.9 g. Da höhere N-Aufnahmen bei gleicher N-Retention zu vermehrter Harnstoffausscheidung führen können, wurde hier anstelle von x = Harnstoff-N, ($g/24$ h) die korrigierte Harnstoff-N-Ausscheidung

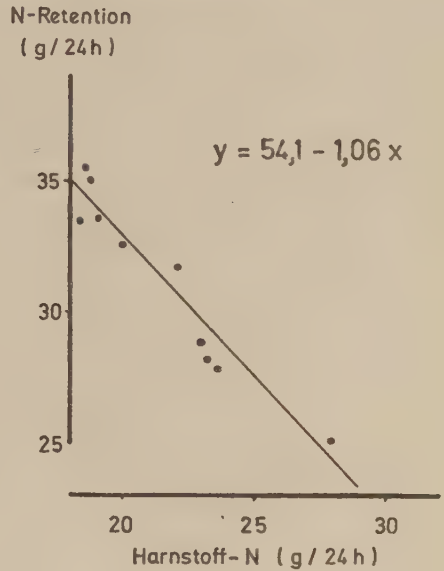
$$x_1 = \frac{\text{Harnstoff-N } [g/24 \text{ h}]}{\text{N-Aufnahme } [g/24 \text{ h}]} \quad \text{eingeführt.}$$

Abb.6 Harnstoff - Ausscheidung und N-Retention.

Versuch I



Versuch II



Versuch III

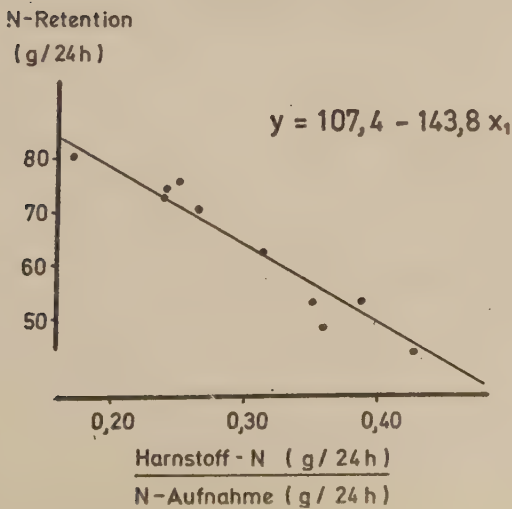


Tabelle 12

Harnstoffausscheidung und N-Retention

Versuch Nr.	Sammel- periode (Tage)	Kalb (mittleres Körpergewicht)	N-Aufnahme (g/24 h)	Harnstoff-N Ausscheidung (g/24 h)	N-Retention (g/24 h)	Korrela- tionsko- effizient (r)	p <
I	5	Caesar (76 kg)	50.2	13.8 ± 1.9	28.3 ± 1.8	- 0.96	0.001
		Caspar (72 kg)	50.2	23.5 ± 1.8	20.5 ± 0.5		
II	5	Caspar (86 kg)	61.2	18.9 ± 0.7	34.1 ± 1.1	- 0.96	0.001
		Caesar (89 kg)	61.2	23.9 ± 2.2	28.5 ± 2.3		
III	5	Caspar (148 kg)	115.8	27.0 ± 4.5	74.9 ± 3.9	- 0.95	0.001
		Castor (137 kg)	109.9	40.5 ± 5.0	53.2 ± 5.4		

4.2 Blutharnstoffspiegel und Harnstoffausscheidung

Der Umfang der Harnstoffsynthese in der Leber muß sich ebenso wie in der Harnstoffausscheidung im Harn auch in der Harnstoffkonzentration im Blutserum widerspiegeln. Da der Harnstoffblutspiegel jedoch einem diurnalen Rhythmus unterliegt, stellt die Gewinnung repräsentativer Blutproben ein Problem dar. In eigenen Untersuchungen wurden bei einem Mastkalb innerhalb von 24 Stunden Schwankungen zwischen 23 und 41 mg Harnstoff/100 ml Blutserum gemessen.

Am besten scheint nach unseren bisherigen Ergebnissen der Zeitpunkt 7.5 Stunden nach der Morgentränke geeignet zu sein. In den unter 4.1 genannten Stoffwechselversuchen wurde täglich zu diesem Zeitpunkt von jedem Tier eine Blutprobe aus der Vena jugularis entnommen und die Harnstoffkonzentration im Blutserum bestimmt. Wie Tabelle 13 zeigt, entspricht die höhere Harnstoffausscheidung in jedem der drei Versuche der höheren Harnstoffkonzentration im Blutserum.

Tabelle 13

Harnstoffausscheidung und Harnstoffkonzentration im Blutserum
(Mittelwerte aus 5 Untersuchungstagen)

Versuch Nr.	Kalb	Harnstoffausscheidung (g/24 h)	Blutharnstoff (mg/100 ml)
I	Caesar	29.6 ± 3.7	22.7 ± 2.7
	Caspar	49.9 ± 3.8	34.8 ± 3.2
II	Caspar	40.4 ± 1.5	24.7 ± 1.8
	Caesar	51.0 ± 4.3	36.1 ± 1.2
III	Caspar	57.9 ± 9.5	31.2 ± 3.2
	Castor	86.8 ± 10.6	36.3 ± 4.0

In Stoffwechselversuch III lagen jedoch die Harnstoffkonzentrationen im Blutserum (7.5 Stunden nach der Morgentränke) an einem der fünf Versuchstage bei deutlich unterschiedlicher Harnstoffausscheidung von 60g/24 h (Kalb Caspar) und 86 g/24 h (Kalb Castor) mit 28.4 und 29.5 mg/100 ml dicht beieinander. Diese beiden Einzelwerte sind nicht geeignet, um die Unterschiede in der Harnstoffsynthese des betreffenden Tages wiederzuspiegeln.

4.3 Kreatininausscheidung wachsender Mastkälber

Der Kreatininkoeffizient

$$\frac{\text{mg Kreatinin in 24 h}}{\text{kg Körpergewicht}}$$

wurde bei 5 Mastkälbern im Gewichtsabschnitt 60 - 174 kg an 181 Untersuchungstagen bestimmt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist eine Kreatininausscheidung von

37.4 ± 2.2 mg in 24 h/kg Körpergewicht ($s\% = \pm 5.9$)

Die zugehörigen Harnmengen schwankten dabei zwischen 2500 und 8200 ml/24 h mit einem Mittelwert von

4900 ± 1338 ml/24 h ($s\% = \pm 27$)

Noch größer wird die Streuung, wenn man die tägliche Harnmenge, ähnlich wie Kreatinin, auf das Körpergewicht bezieht

$$\frac{\text{ml Harn in 24 h}}{\text{kg Körpergewicht}}$$

Hier liegen die Werte bei einem Mittelwert von

53 ± 20 ml in 24 h/kg Körpergewicht

zwischen 27 und 109 ml in 24 h/kg Körpergewicht. Der Variationskoeffizient ($s\%$) von ± 37 liegt noch erheblich über demjenigen der täglichen Harnmenge.

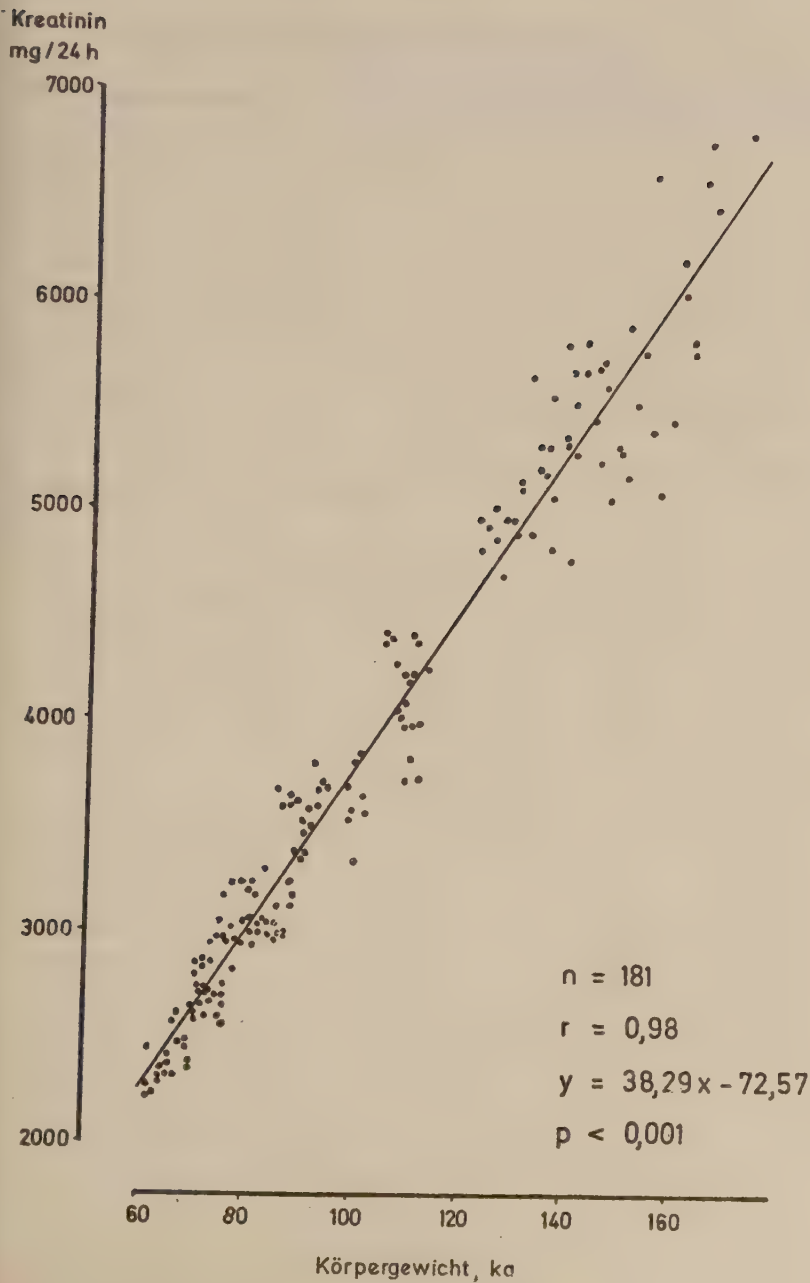
Der Kreatininkoeffizient jedes einzelnen Versuchstieres, sowie die zugehörigen Standardabweichungen und Variationskoeffizienten sind in Tabelle 14 zusammengestellt.

Tabelle 14

Kreatininausscheidung wachsender Mastkälber

Kalb	Untersuchungs- tage (n)	Gewichtsab- schnitt, kg	Kreatinin- koeffizient	Standard- abweichung (s)	Variationsko- effizient (s%)
Castor	10	108 - 140	38.7	± 2.1	± 5.4
Caspar	29	72 - 153	36.2	± 1.7	± 4.7
Caesar	23	70 - 103	37.1	± 1.6	± 4.3
Dieter	62	60 - 174	37.5	± 2.3	± 6.1
Detlev	57	60 - 165	37.9	± 2.3	± 6.0

Abb.7 Kreatininausscheidung bei
5 Mastkälbern.



Die in Abbildung 7 dargestellte Regressionsgerade zeigt die Beziehung zwischen Körpergewicht ($\text{kg} = x$) und der täglichen Kreatininausscheidung ($\text{mg}/24 \text{ h} = y$) im Gewichtsabschnitt 60 - 174 kg.

4.4 Harnstoff-Kreatinin-Quotient und N-Retention

Die in Abschnitt 4.3 beschriebenen Untersuchungen haben gezeigt, daß die tägliche Kreatininausscheidung des Mastkalbes eng mit dem Körpergewicht korreliert ist, und der Kreatininkoeffizient ($s\% = \pm 5.9$) trotz erheblicher Schwankungen der täglichen Harnmenge ($s\% = \pm 27$) eine relativ geringe Variabilität aufweist. Daher sollte die Kreatininkonzentration im 24-Stundenharn geeignet sein, die ausgeschiedene Harnmenge nach der Beziehung

$$\text{Harnmenge, [ml/24 h]} = \frac{\text{Körpergewicht[kg]} \cdot 37.4 \text{ [mg]}}{\text{Kreatininkonzentration [mg/ml]}}$$

zu berechnen, bzw. die Vollständigkeit der quantitativen Harnsammlung zu überprüfen.

Tabelle 15

Kreatininkonzentration im Harn und Harnmenge

Kalb	Körpergewicht (kg)	Kreatinin- konzentra- tion im 24-h-Harn (mg/100 ml)	Harnmenge(ml/24 h)	
			berechnet	gemessen
Dieter	67.0	45.7	5483	5425
Detlev	67.5	45.5	5548	5740
Dieter	110.5	90.4	4572	4620
Detlev	108.0	84.4	4786	4800
Dieter	127.2	60.2	7902	7800
Detlev	126.4	60.4	7827	8060
Dieter	153.5	114.6	5010	4820
Detlev	144.3	91.9	5872	5930

Die in Tabelle 15 wiedergegebenen Daten legen es nahe, anstelle der Harnmenge die Kreatininkonzentration zu bestimmen und den Quotienten aus Harnstoff- und Kreatininkonzentration

$$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$$

als Parameter für die ausgeschiedene Harnstoffmenge heranzuziehen. Harnstoff-Kreatininquotienten mit hohem Zahlenwert würden dabei eine hohe, solche mit niedrigem Zahlenwert eine geringe Harnstoffausscheidung widerspiegeln. Daß dieser Quotient (=x) ebenso eng negativ mit der N-Retention (=y) korreliert ist wie die absolute Harnstoffausscheidung (g/24 h) zeigen Tabelle 16 und Abbildung 8.

In Versuch III wurde wegen der unterschiedlichen täglichen N-Aufnahme der beiden Versuchstiere anstelle des Harnstoff-Kreatininquotienten (x) der korrigierte Harnstoff-Kreatininquotient

$$x_1 = \frac{\text{Harnstoff, [mg/ml]}}{\text{Kreatinin, [mg/ml]} \cdot \text{N-Aufnahme [g/24 h]}}$$

eingesetzt.

Tabelle 16

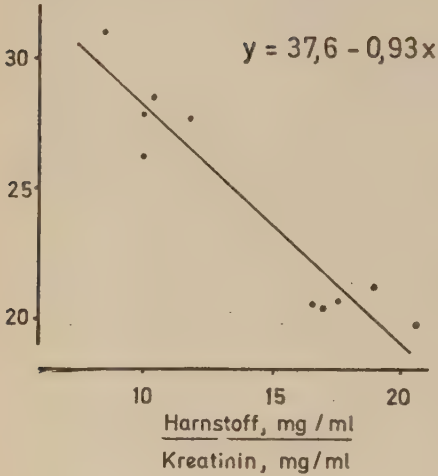
Harnstoff-Kreatininquotient und N-Retention

Versuch Nr.	Sammel- periode (Tage)	Kalb (mittl. Körpergewicht)	N-Aufnahme (g/24 h)	Harnstoff,mg/ml Kreatinin,mg/ml	N-Retention (g/24 h)	Korrela- tionsko- effizient (r)	p <
I	5	Caesar (76 kg)	50.2	10.2 ± 1.1	28.3 ± 1.8	- 0.95	0.001
		Gaspar (72 kg)	50.2	18.2 ± 1.6	20.5 ± 0.5		
II	5	Caspar (86 kg)	61.2	13.2 ± 0.4	34.1 ± 1.1	- 0.98	0.001
		Caesar (89 kg)	61.2	15.4 ± 0.9	28.5 ± 2.3		
III	5	Caspar (148 kg)	115.8	11.1 ± 1.4	74.9 ± 3.9	- 0.96	0.001
		Castor (147 kg)	109.9	16.0 ± 2.1	53.2 ± 5.4		

bb.8 Harnstoff - Kreatininverhältnis und N - Retention

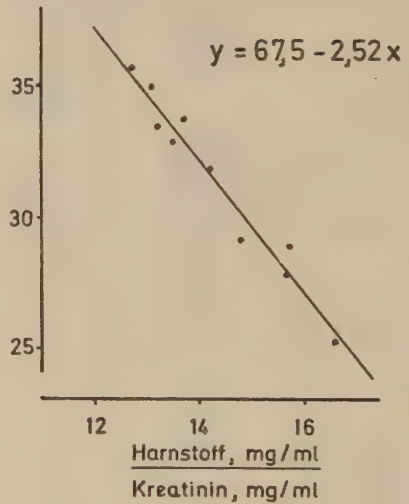
Versuch I

N-Retention
(g / 24 h)



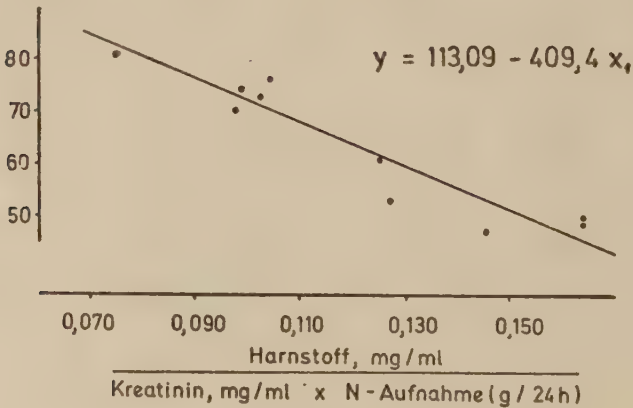
Versuch II

N-Retention
(g / 24 h)



Versuch III

N-Retention
(g / 24 h)



4.5 Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Spontanharnproben

Die bisher angeführten Versuchsergebnisse wurden aus Bilanzuntersuchungen gewonnen und zeigen, daß bei gleicher N-Zufuhr eine enge negative Beziehung zwischen 24-Stunden-Harnstoffausscheidung und N-Retention (g/24 h) besteht. Als Parameter für die Höhe der Harnstoffausscheidung kann der Harnstoff-Kreatinin-Quotient eingesetzt werden.

Unter der Voraussetzung, daß dieser Parameter im Verlaufe von 24 Stunden relativ konstante Werte aufweist, könnten auch aus der Harnstoff- und Kreatininkonzentration in Spontanharnproben Rückschlüsse auf die Gesamt-Harnstoffausscheidung (g/24 h) gezogen werden.

Daher bestimmten wir den Harnstoff-Kreatinin-Quotienten in Spontanharnproben, die zu beliebigen Tages- und Nachtzeiten aufgefangen wurden. Die Ergebnisse von zwei derartigen 24-Stunden-Versuchen sind in Tabelle 17 und Abbildung 9 zusammengestellt. Abbildung 9 zeigt insbesondere die erheblichen und gleichsinnig verlaufenden Schwankungen der Harnstoff- (227 - 3039 mg/100 ml) und Kreatininkonzentration (22 - 290 mg/100 ml) im Harn. Tiefstwerte werden jeweils kurz nach der Tränkeaufnahme um 7 und 16 Uhr bei höchstem Harnfluß (20 - 30 ml/min) erreicht, während in den Nachtstunden bei geringer Diurese (1.5 - 3 ml/min) die höchsten Harnstoff- und Kreatinin-konzentrationen auftreten.

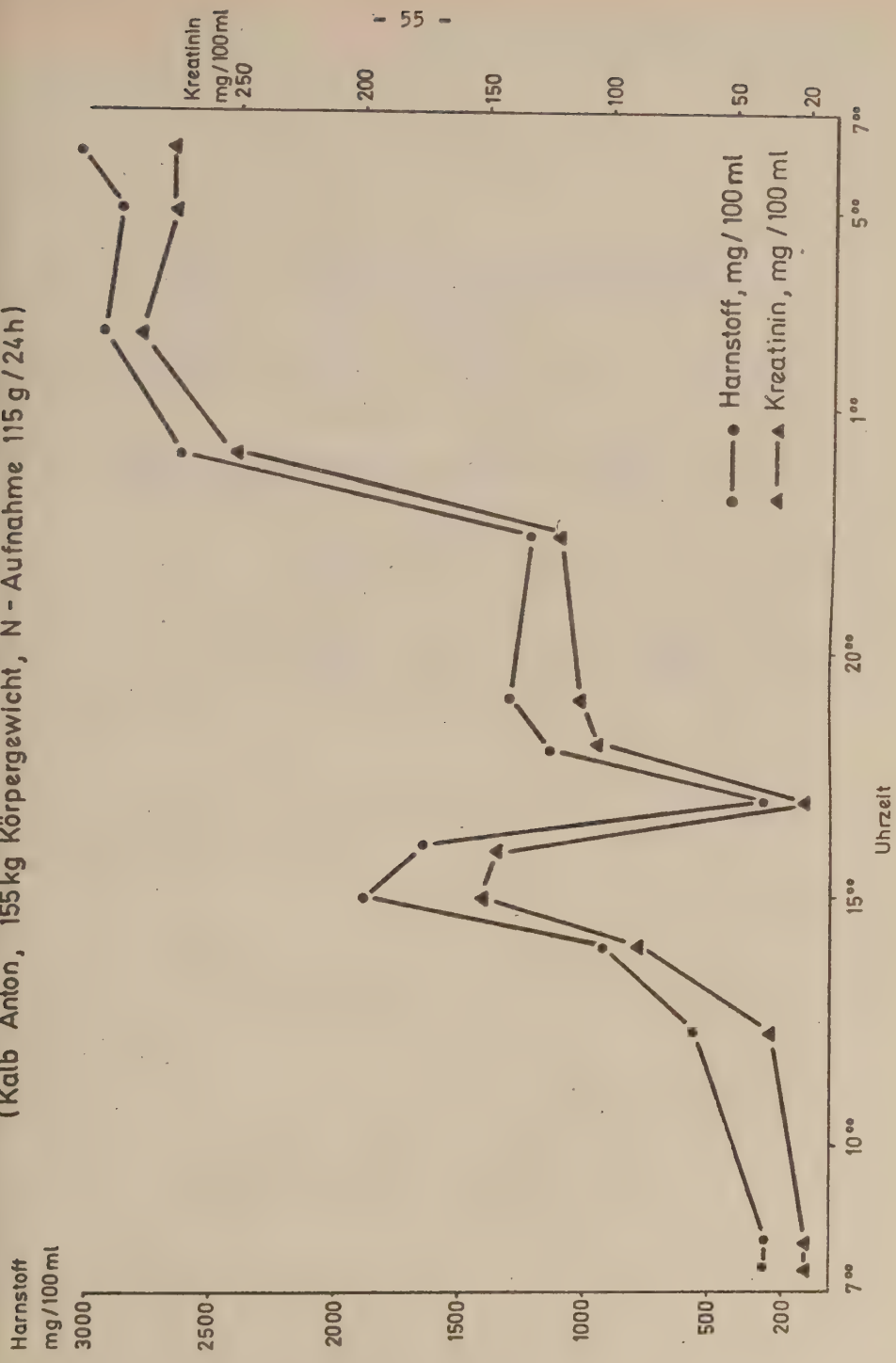
Tabelle 17

Harnstoff-Kreatininquotient in Spontanharnproben (24 Stunden)
(Kalb August, 160 kg Körpergewicht, N-Aufnahme 120 g/24 h)

Uhrzeit	Harnstoffkon- zentration (mg/100 ml)	Kreatininkon- zentration (mg/100 ml)	<u>Harnstoff,mg/ml</u> <u>Kreatinin,mg/ml</u>
8.05	1423	80.0	17.8
8.46	1802	94.7	19.0
14.00	2016	110.8	18.2
15.17	809	44.4	18.2
18.16	1087	63.0	17.3
19.36	1619	89.8	18.0
21.58	2014	120.7	16.7
1.47	2783	167.0	16.7
6.25	2783	160.3	17.4

VERLAUF DER NITROGEN-EXCRETION IM HARN (24 h)

(Kalb Anton, 155 kg Körpergewicht, N - Aufnahme 115 g / 24 h)



4.6 Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Spontanharnproben und Gewichtszunahme

Die Ermittlung der N-Retention im Bilanzversuch bedingt die verlustlose Sammlung von Harn und Faeces und ist daher nur unter beträchtlichem experimentellem und analytischem Aufwand möglich.

Im Wachstumsversuch mit relativ großen Tierzahlen kann daher die Wachstumsleistung der Versuchstiere in der Regel nicht an der N-Retention, sondern nur an der Gewichtszunahme (g/24 h) gemessen werden.

Daher sollte aufgrund der bisher erzielten Ergebnisse untersucht werden, ob sich ähnlich enge Beziehungen wie zwischen Harnstoff-Ausscheidung und N-Retention auch zwischen dem Harnstoff-Kreatinin-Quotienten in Spontanharnproben und der täglichen Gewichtszunahme (g/24 h) auffinden lassen.

In einem Wachstumsversuch (I) mit 42 Mastkälbern in 4 Versuchsgruppen wurde wöchentlich von jedem Versuchstier eine Spontanharnprobe gewonnen. Die Probenahme ließ sich bei den 42 Kälbern ohne größere Beunruhigung der Tiere innerhalb von 60 min durchführen.

Da die Futterzumessung individuell nach Körpergewicht erfolgte, wurde die unterschiedlich hohe N-Aufnahme der Tiere bei der Berechnung des Harnstoff-Kreatinin-Quotienten in folgender Weise berücksichtigt (s.S. 50)

korrr. Harnstoff-Kreatinin-Quotient =

$$\frac{\text{Harnstoff, [mg/ml]}}{\text{Kreatinin, [mg/ml]} \cdot \text{N-Aufnahme [g/24 h]}}$$

Außerdem wurden in Bilanzversuch I (s.S. 39) ebenfalls Spontanharnproben zu verschiedenen Tageszeiten gewonnen und deren Harnstoff-Kreatinin-Quotient mit dem des quantitativ gesammelten 24-Stundenharnes vom gleichen Tag verglichen.

Tabelle 18

Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Spontanharnproben und im 24-Stundenharn

Datum	Caesar (HE-Ration)		Caspar (EW-Ration)	
	Uhrzeit	$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$	Uhrzeit	$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$
7.3.1972	7.31	9.4	7.02	17.2
	8.05	8.2	9.30	18.3
	10.01	7.9	10.07	16.9
			14.31	14.7
$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$ (24 h)		8.7		16.6
9.3.1972	8.28	10.5	8.45	19.4
	10.05	9.3	9.55	18.7
	18.04	10.3	19.05	20.7
$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$ (24 h)		10.1		19.0
11.3.1972	7.07	10.2	8.27	20.7
	13.04	11.2	9.31	20.9
	18.03	12.6	11.05	21.0
			13.04	18.7
$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$ (24 h)		11.9		20.6

Die Korrelationen zwischen dem korrigierten Harnstoff-Kreatinin-Quotienten ($= x$) und der durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahme ($g = y$) sind negativ und für beide Mastgruppen ausnahmslos hochsignifikant (s. Tabelle 19). Die negative Beziehung besagt, daß mit abnehmendem Quotienten ein zunehmender Anteil des angebotenen Stickstoffs in körpereigenes Protein umgewandelt wird, was sich in steigenden Gewichtszunahmen äußert.

Tabelle 19

Korrigierter Harnstoff-Kreatinin-Quotient ($= x$) und Gewichtszuwachs ($g/24 \text{ h} = y$) bei 42 Mastkälbern

Versuchs- woche	Versuchs- gruppe	Tierzahl (n)	Korrela- tionsko- effizient (r)	Signifikanz (p) <
4. und 5.	1 + 3	20	- 0.71	0.001
4. und 5.	2 + 4	22	- 0.70	0.001
6. und 7.	1 + 3	20	- 0.79	0.001
6. und 7.	2 + 4	22	- 0.72	0.001
8. und 9.	1 + 3	20	- 0.81	0.001

Um der Berechnung einen möglichst breiten Zunahmebereich zugrundelegen zu können, wurden jeweils eine Kontroll- und eine Versuchsgruppe zusammengefaßt.

In Abbildung 10 sind außerdem die Einzelwerte für Mastgruppe 1 + 3 in der 6. und 7. Versuchswoche anhand einer Regressionsgeraden graphisch dargestellt.

Tabelle 20 zeigt die Gewichtszunahme und die zugehörigen Harnstoff-Kreatinin-Quotienten der vier Versuchsgruppen.

Abb. 10 Harnstoff - Kreatininquotient und Gewichtszunahme bei Mastkälbern. (Versuch I) Mastgruppe 1+3 6.+7. Versuchswoche

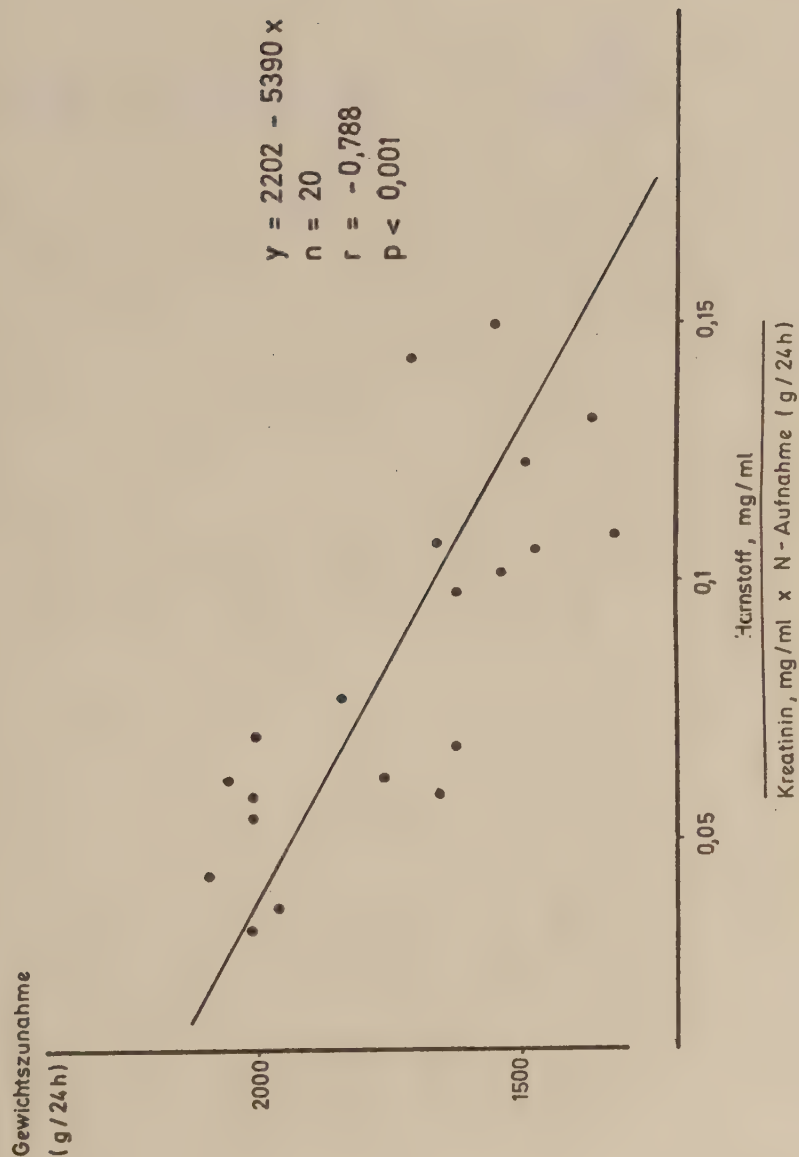


Tabelle 20

Harnstoff-Kreatinin-Quotient und Gewichtszunahme bei 42 Mastkälbern

Versuchs- woche	Versuchs- gruppe	Tierzahl (n)	Gewichtszunahme (g/24 h $\pm$ s)	Korr.Harnstoff- Kreatinin-Quotient ($\pm$ s)	Signifikanz (p)
4. und 5.	1	11	1580 $\pm$ 201	0.126 $\pm$ 0.073	0.05
4. und 5.	3	9	1760 $\pm$ 110	0.064 $\pm$ 0.032	
4. und 5.	2	11	1566 $\pm$ 104	0.109 $\pm$ 0.023	0.001
4. und 5.	4	11	1792 $\pm$ 217	0.058 $\pm$ 0.030	
6. und 7.	1	11	1556 $\pm$ 134	0.111 $\pm$ 0.028	0.001
6. und 7.	3	9	1951 $\pm$ 150	0.057 $\pm$ 0.011	
6. und 7.	2	11	1575 $\pm$ 128	0.130 $\pm$ 0.053	0.01
6. und 7.	4	11	1921 $\pm$ 281	0.064 $\pm$ 0.039	
8. und 9.	1	11	1698 $\pm$ 236	0.115 $\pm$ 0.028	0.001
8. und 9.	3	9	2230 $\pm$ 141	0.065 $\pm$ 0.018	

4.7 Harnstoff-Kreatinin-Quotient in Spontanharnproben und N-Retention

Mit Hilfe des Harnstoff-Kreatinin-Quotienten in Spontanharnproben lassen sich Mastkälber mit guter von solchen mit geringerer Wachstumsleistung unterscheiden. Quantitative Aussagen können jedoch mit diesem Parameter ebenso wenig wie durch Messung des Harnstoff-Blutspiegels getroffen werden.

Die im Körper eines Mastkalbes verbleibende Stickstoffmenge läßt sich jedoch aus der Harnstoff-Kreatininkonzentration einzelner Harnproben schätzen, wenn einige experimentell ermittelte Größen für diese Schätzung herangezogen werden.

Die erste dieser Größen ist der Kreatininkoeffizient wachsender Mastkälber, der durchschnittlich

37 mg/kg Körpergewicht in 24 Stunden

beträgt (s.S. 45).

Legt man diesen Wert zugrunde, so ergibt sich die Kreatininausscheidung jedes beliebigen Einzeltieres in mg/min aus Gleichung (1)

$$(1) \text{ Kreatinin, mg/min} = \frac{37 [\text{mg/kg}] \cdot \text{Körpergewicht [kg]}}{60 \cdot 24 [\text{min}]}$$

Unter Abschnitt 4.3 wurde gezeigt, daß der Kreatininkoeffizient unabhängig von der ausgeschiedenen Harnmenge ist.

Daher läßt sich aus der Kreatininkonzentration einer Spontanharnprobe der zugehörige Harnfluß (ml/min) nach Gleichung (2) berechnen

$$(2) \text{ Harn ml/min} = \frac{\text{Kreatinin [mg/min]}}{\text{Kreatinin [mg/ml]}}$$

Die Berechnung des Harnminutenvolumens nach Gleichung (2) wurde an mehreren Harnstichproben bei unterschiedlichen Harnflußraten überprüft. Einige der Ergebnisse sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Tabelle 21

Kreatininkonzentration und Harnminutenvolumen
(Kalb August, 144 kg Körpergewicht)

Harnsammel- periode (min) (a)	Harnmenge (ml) (b)	Kreatininkonzen- tration (mg/100 ml)	Harnminutenvolumen (ml/min)	
			gemessen $\frac{b}{a}$	berechnet nach Gleichung 2
22	675	12.8	30.7	28.8
148	475	110.8	3.2	3.3
42	330	47.5	7.9	7.8
30	1015	11.1	33.8	33.2
107	590	63.0	5.5	5.9
176	320	206.7	1.8	1.8

Aus dem Harnfluß und der in der gleichen Harnprobe gemessenen Harnstoffkonzentration läßt sich die Harnstoffausscheidung in mg/min bestimmen. (Gleichung 3)

$$(3) \text{ Harnstoff [mg/min]} = \text{Harn [ml/min]} \cdot \text{Harnstoff [mg/ml]}$$

Sieht man die auf diese Weise aus einer Einzelharnprobe berechnete Harnstoffausscheidung als repräsentativ für die Tagesausscheidung an und berücksichtigt den N-Gehalt des Harnstoffmoleküls von 46.7%, so gibt Gleichung (4) die in 24 Stunden ausgeschiedene Menge an Harnstoff-N wieder.

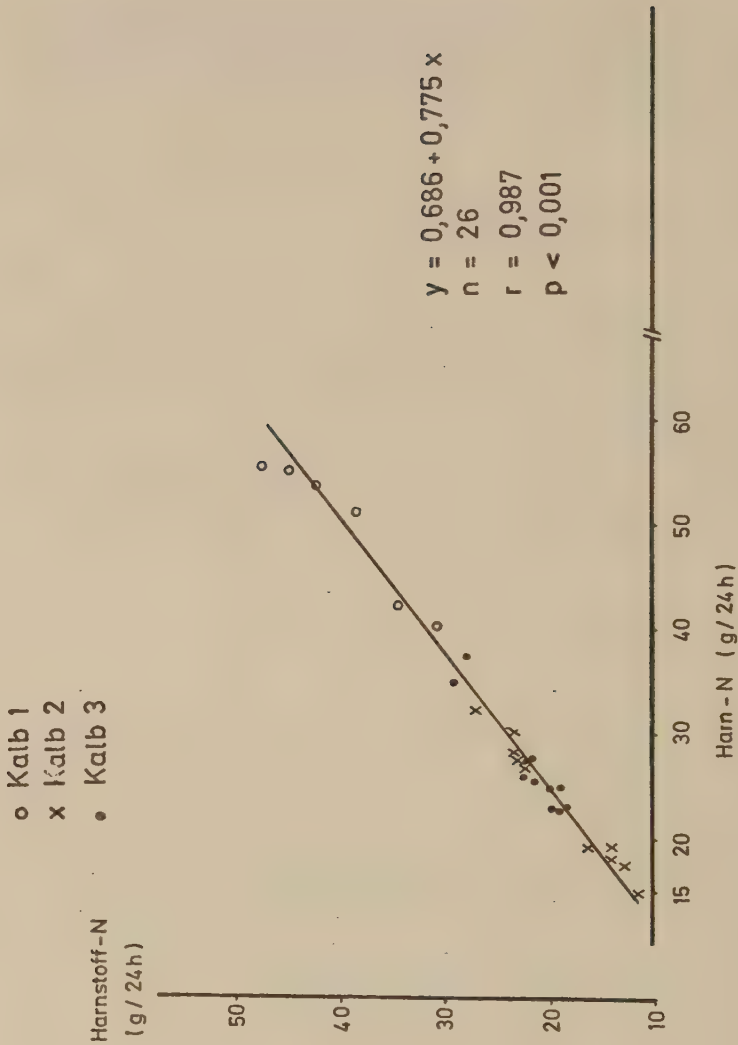
$$(4) \text{ N(aus Harnstoff) [g/24 h] } = \frac{\text{Harnstoff [mg/min]} \cdot 1440 \cdot 46.7}{1000 \cdot 100}$$

Harnstoff-N (g/24 h) und Gesamt-Harn-N-Ausscheidung (g/24 h) wurden in eigenen Untersuchungen an 26 Bilanztagen bei 3 Kälbern miteinander verglichen. Die enge positive Beziehung zwischen diesen beiden Größen wird durch eine Regressionsgerade bestimmt, die in Abbildung 11 dargestellt ist. Im Mittel beträgt die Harnstoff-N-Ausscheidung des milch-ernährten Mastkalbes unter unseren Versuchsbedingungen 81% der Gesamt-Harn-N-Ausscheidung. Hieraus ergibt sich die Gesamt-N-Ausscheidung im Harn nach Gleichung (5).

$$(5) \text{ Harn-N [g/24 h] } = \frac{\text{Harnstoff-N [g/24 h]}}{0.81}$$

Innerhalb der Gewichtsspanne von 60 . 160 kg hat das Alter (Körpergewicht) nach BARRY (1969) (Diese Untersuchungen wurden ebenfalls in den Instituten der Tierphysiologie und Ernährungsphysiologie der Tierärztlichen Fakultät durchgeführt) keinen Einfluß auf die Proteinverdaulichkeit. Für Milchaustauschfutter, deren Proteinanteil aus Milchprodukten (Milchpulver, Trockenmolke) guter Qualität stammt, wurde in diesen Untersuchungen bei 109 Einzelbestimmungen eine scheinbare Verdaulichkeit des Proteins von $92 \pm 3\%$ (N-Ausscheidung über Faeces = 8% der N-Aufnahme) gefunden. Zieht man die geringe Streuung dieses Verdaulichkeitskoeffizienten in Betracht, so kann auf die Ermittlung der faecalen N-Ausscheidung verzichtet und der faecale N-Verlust durch Multiplikation der aufgenommenen N-Menge (g/24 h) mit dem Faktor 0.92 berücksichtigt werden.

Abb.11 Harnstoff-N und Gesamt-Harn-N bei 3 Mastkälbern.



Der N-Ansatz des Mastkalbes läßt sich schließlich nach Gleichung (6) abschätzen.

$$(6) \quad \text{N-Ansatz} [\text{g}/24 \text{ h}] = \text{N-Aufnahme} [\text{g}/24 \text{ h}] \cdot 0.92 - \text{Harn-N} [\text{g}/24 \text{ h}]$$

Der von Gleichung (1) bis (6) dargestellte Rechengang läßt sich vereinfachen und als Gleichung (7) zusammenfassen.

$$(7) \quad \text{N-Ansatz} [\text{g}/24 \text{ h}] = \text{N-Aufnahme} [\text{g}/24 \text{ h}] \cdot 0.92$$

$$- \frac{\text{Harnstoff mg/ml}}{\text{Kreatinin mg/nl}} \cdot 21332 \cdot 10^{-6} \text{ KG} [\text{kg}]$$

Der nach Gleichung (7) aus Spontanharnproben geschätzte N-Ansatz wird in Tabelle 22 mit dem im klassischen Bilanzversuch ermittelten N-Ansatz verglichen.

Tabelle 22

Schätzung des N-Ansatzes nach Gleichung (7)
(N-Aufnahme 50.2 g/24 h)

Zeitpunkt der Miktion	<u>Harnstoff,mg/ml</u> <u>Kreatinin,mg/ml</u>	N-Ansatz n. Gleichung(7) (g/24 h)	N-Ansatz im klassischen Bilanzversuch (g/24 h)
I. Kalb Caesar (75.3 kg KG)			
7.31	9.4	31.1	
8.05	8.2	33.0	31.1
10.01	7.9	34.1	
II. Kalb Caspar (71.9 kg KG)			
7.02	17.2	19.8	
9.30	18.3	18.1	20.5
10.07	16.9	20.3	
14.31	14.7	23.6	

4.8 N-Retention und Gewichtszunahme

4.8.1 Wachstumsversuch I

In Wachstumsversuch I wurden Harnstoff- und Kreatinin-konzentrationen in Harnstichproben gemessen und aus diesen Werten der Harnstoff-Kreatinin-Quotient errechnet. Mit den gleichen Werten läßt sich nach Gleichung (7) (s.S. 65) für jedes Tier die in 24 Stunden retinierte Stickstoffmenge ermitteln. Anstelle des Zahlenverhältnisses

$$\frac{\text{Harnstoff, mg/ml}}{\text{Kreatinin, mg/ml}}$$

tritt auf diese Weise die quantitative Aussage: „ Stickstoffretention in g/24 Stunden.“

In allen geprüften Fällen ergab sich eine hochsignifikante Beziehung ($p < 0.001$) zwischen N-Retention (n. Gleichung 7) und Gewichtsentwicklung. Daraus geht hervor, daß eine Steigerung der Zunahmerate auch von einer Anhebung des N-Ansatzes begleitet war.(s.Tabelle 23).

Tabelle 23

N-Retention (berechnet nach Gleichung 7, = x) und Gewichtszuwachs (= y) bei 42 Mastkälbern

Versuchs- woche	Mastgruppe	Tierzahl (n)	Korrelations- koeffizient (r)	Signifikanz (p)<
4. und 5.	1 + 3	20	0.79	0.001
4. und 5.	2 + 4	22	0.74	0.001
6. und 7.	1 + 3	20	0.79	0.001
6. und 7.	2 + 4	22	0.82	0.001

Diese Aussage trifft auch für die 8. und 9. Versuchswoche (Versuch I) zu, wie in Abbildung 12 gezeigt werden kann. Die Regressionsgerade $y = 216.93 + 24.85 x$ besagt, daß bei 1000 g Gewichtszuwachs 31.5 g Stickstoff retiniert werden ($1000 = 216.93 + 24.85 \cdot 31.5$).

In Tabelle 24 sind Gewichtszuwachs und N-Retention der 4 Versuchsgruppen aufgeführt.

Abb. 12 N - Retention (nach Gleichung 7, Seite 65) und Gewichtszunahme bei Mastkälbern. (Versuch I, Mastgruppe 1+3, 8.+9. Versuchswoche)

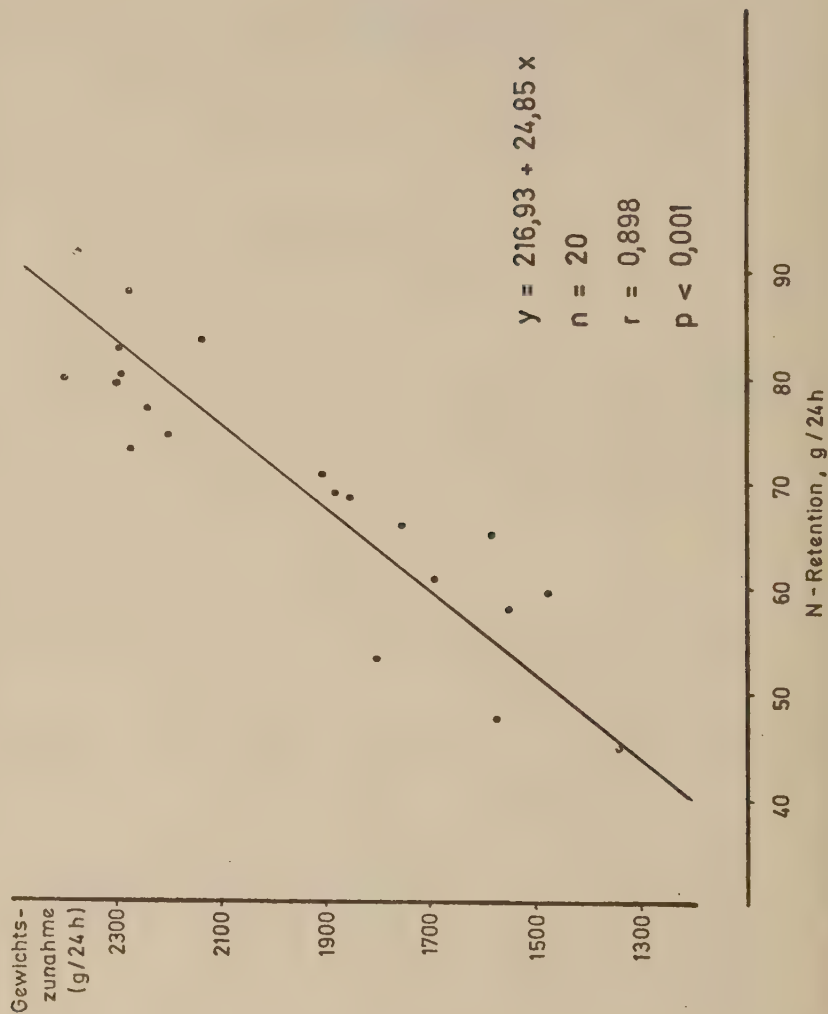


Tabelle 24

N-Ansatz (n. Gleichung 7, S. 65) und Gewichtszunahme bei 42 Mastkälbern

Versuchswoche	Versuchsgruppe	Tierzahl (n)	Gewichtszunahme (g/24 h $\pm$ s)	N-Ansatz (g/24 h $\pm$ s)	Signifikanz (p)
4. und 5.	1	11	1580 $\pm$ 201	50.8 $\pm$ 10.8	0.05
4. und 5.	3	9	1760 $\pm$ 110	59.3 $\pm$ 3.8	
4. und 5.	2	11	1564 $\pm$ 104	52.3 $\pm$ 5.2	0.01
4. und 5.	4	11	1792 $\pm$ 217	60.3 $\pm$ 7.2	
6. und 7.	1	11	1556 $\pm$ 134	59.4 $\pm$ 9.4	0.001
6. und 7.	3	9	1951 $\pm$ 150	72.9 $\pm$ 4.3	
6. und 7.	2	11	1575 $\pm$ 128	55.7 $\pm$ 11.1	0.01
6. und 7.	4	11	1921 $\pm$ 281	71.6 $\pm$ 11.6	
8. und 9.	1	11	1698 $\pm$ 236	60.9 $\pm$ 9.6	0.001
8. und 9.	3	9	2230 $\pm$ 141	79.4 $\pm$ 5.4	

4.8.2 Wachstumsversuch II

In Wachstumsversuch II wurde in der 7., 8. und 10. Versuchswoche in der gleichen Weise wie bei Versuch I von jedem Versuchstier eine Spontanharnprobe gewonnen und nach Bestimmung der Harnstoff- und Kreatininkonzentrationen die N-Retention nach Gleichung (7) (s.S. 65) ermittelt.

Für die Gruppe 1 (Kontrollgruppe) und die Gruppe 4, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht unter dem Einfluß des Anabolics stand (s.S.20), ergab sich in der 7. Versuchswoche eine hochsignifikante Korrelation zwischen N-Ansatz (g/24 h) und Gewichtszunahme (g/24 h), nicht dagegen in den Östradiol-Trienbolon-Gruppen 2 und 3 (s.Tabelle 25).

Tabelle 25

N-Retention und Gewichtszunahme
7. Versuchswoche; 3 Wochen nach Implantation

	Gruppe 1 + 4	Gruppe 2 + 3
Tierzahl	21	22
Gewichtszunahme (g/24 h)	1626	1967
N-Retention (g/24 h)	49.9	59.1
g N/1000 g Gewichtszunahme	30.7	30.0
Korrelationskoeffizient (r)	0.716	0.268
N-Retention = x		
Gewichtszunahme = y		
p	0.001	0.25

Die fehlende Korrelation wird verständlich, wenn man die Anabolicumgruppen 2 und 3 in zwei Tierkollektive unterschiedlicher Wachstumsintensität aufteilt.

In der schlechter gedeihenden Östradiol-Trienbolon-Untergruppe (Gewichtszunahmen < 2000 g/Tag) lagen die durchschnittlichen Wachstumsraten bei 1767 g/24 h, der N-Ansatz/1000 g Gewichtszunahme bei 32.8 g. In der Untergruppe mit 2167 g/24 h (Gewichtszunahmen > 2000 g/24 h) betrug der korrespondierende N-Ansatz dagegen nur 27.9 g/1000 g Gewichtszunahme. Dieser Unterschied ist statistisch signifikant ($p = 0.005$).

Der mit ansteigender Gewichtszunahme abnehmende N-Ansatz/1000 g Gewichtszunahme drückt sich bei den Gruppen 2 und 3 in einer engen negativen Korrelation ($n = 22$; $r = - 0.72$, $p = 0.001$) zwischen N-Ansatz/1000 g Gewichtszunahme und dem täglichen Gewichtszuwachs aus.

Aus der Regressionsgeraden

$$y = 3186 - 40.1 x$$

errechnet sich für 2300 g Gewichtszunahme ein N-Ansatz von nur 22 g/1000 g Gewichtszunahme. Bei den Gruppen 1 und 4 ist dagegen ein Zusammenhang zwischen N-Ansatz/1000 g Gewichtszunahme und Gewichtszuwachs (g/24 h) statistisch nicht nachzuweisen.

In der 8. Versuchswoche betrug der mittlere N-Ansatz/1000 g Gewichtszunahme bei den Gruppen 1 und 4, 30.0 ± 6.1 g. Bei den Anabolicumgruppen 2 und 3, 32.0 ± 3.7 g/1000 g Gewichtszunahme.

Unterteilt man die Gruppen 2 und 3 in gleicher Weise, wie in der 7. Versuchswoche, so ergibt sich für Tiere mit Gewichtszunahmen über 2000 g ein N-Ansatz von 30.6 ± 3.2 und für solche unter 2000 g ein N-Ansatz von 33.3 ± 3.9 g N/1000 g Gewichtszunahme.

Im Gegensatz zur 7. Versuchswoche ist dieser Unterschied jedoch statistisch nicht zu sichern.

In der 10. Versuchswoche ergeben sich Befunde, die mit denen der 7. Versuchswoche vergleichbar sind. Für die Gruppe 1 (Kontrollgruppe) und die Gruppe 2, bei der die Östradiol-Trienbolon-Implantation 49 Tage zurückliegt, läßt sich eine statistisch signifikante Beziehung zwischen N-Ansatz (g/24 h) und Gewichtszunahme (g/24 h) auffinden.

Für die Gruppen 3 und 4, deren tägliche Gewichtszunahme unter dem Einfluß des 14 Tage vorher applizierten Östradiol-Trienbolon-Implantats von 1777 g/24 h (8. Versuchswoche) auf 2151 g/24 h angestiegen ist, besteht zwischen N-Retention und Gewichtszunahme keine signifikante Beziehung, da Tiere mit Gewichtszunahmen unter 2000 g/24 h, 36.6 g und solche mit Zuwachsraten über 2000 g/24 h nur 28.1 g N/1000 g Gewichtszunahme retinieren.

Tabelle 26

N-Retention und Gewichtszunahme

10. Versuchswoche; 2 Wochen nach Implantation

	Gruppe 1 + 2	Gruppe 3 + 4
Tierzahl	18	21
Gewichtszunahme (g/24 h)	1700	2151
N-Retention (g/24 h)	58.1	62.9
g N/1000 g Gewichtszunahme	34.5	30.5
Korrelationskoeffizient (r)	0.52	- 0.24
N-Retention = x		
Gewichtszunahme = y		
p	0.03	0.33

In dieselbe Richtung deuten auch die Ergebnisse von Bilanzversuch III (s.S. 40). Für das mit einem Placebo behandelte Kalb ergab sich im Mittel von 5 Bilanztagen ein N-Ansatz von 52.5 g/24 h bei 1500 g täglicher Zunahme. Der tägliche N-Ansatz des Östradiol-Trienbolon-Kalbes war bei einer Wachstumsleistung von 2600 g/24 h auf 74.9 g erhöht. Die stark überhöhte Zunahme dieses Tieres war jedoch nur von 28.8 g retiniertem N/1000 g Gewichtszunahme begleitet. Die N-Einlagerung des Kontrollkalbes/1000 g Zunahme lag dagegen bei 35 g (s. Tabelle 27)

Tabelle 27

N-Bilanz bei 2 Mastkälbern
Implantation 10 Tage vor Versuchsbeginn

	Ö.-T.-Implantat	Placebo
Gewichtszunahme (g/24 h)	2600	1500
N-Aufnahme (g/24 h)	115.8	109.9
N-Ausscheidung (g/24 h)	40.9	57.4
N-Ansatz (g/24 h)	74.9	52.6
g N/1000 g Zuwachs	28.8	35.0

5. DISKUSSION

5.1 Kreatininausscheidung wachsender Mastkälber

Die Kreatininausscheidung wachsender Mastkälber ist mit 37.4 ± 2.2 mg/kg Körpergewicht und 24 Stunden ($s\% = 5.9$), trotz erheblicher Schwankungen der täglichen Harnmenge (2500 - 8200 ml/24 h; $s\% = 27$) relativ konstant. Wie die enge Korrelation ($r = 0.98$; $n = 181$ Untersuchungsstage; $p < 0.001$) zwischen Körpergewicht ($= x$) und der täglichen Kreatininausscheidung ($= y$) zeigt, (s. Abb. 7) bleibt auch das zunehmende Körpergewicht der Tiere, innerhalb einer Mastperiode von 60 - 170 kg, ohne Einfluß auf den Kreatininkoeffizienten. ($\frac{\text{mg Kreatinin in 24 h}}{\text{kg Körpergewicht}}$) Da die Kreatininausscheidung in erster Linie von der Muskelmasse (lean body mass) eines Kalbes abhängt, läßt dieses Ergebnis den Schluß zu, daß der relative Muskelanteil am Körpergewicht sich innerhalb des Gewichtsabschnitts von 60 - 170 kg nicht wesentlich verändert.

Diese Schlußfolgerung, sowie der experimentell ermittelte Kreatininkoeffizient stehen in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren. Nach van NIEKERK et al. (1963 a) beträgt die tägliche Kreatininausscheidung von Schafen 0.195 mg/g Körperprotein. Legt man diesen Wert zugrunde, so ergibt sich für die hier untersuchten Mastkälber - bei 37.4 mg Kreatinin/kg Körpergewicht und 24 Stunden - ein mittlerer Proteingehalt von 19.2 % des ingestafreien Körpers. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen AMICH-GALI und ROSSI (1967), die bei 48, 106 und 152 kg schweren Kälbern Körperproteingehalte von 19.9, 19.0 und 19.1 % ermittelten. Auch nach Untersuchungen von SCHULZ et al., (1972) beträgt der relative Proteingehalt der Körpersubstanz von Mastbullen im Gewichtsabschnitt 120 - 300 kg ca. 19% und unterliegt nur geringfügigen Schwankungen.

Ob die bei Mastkälbern und Schafen übereinstimmende Kreatininausscheidung/g Körperprotein auf vergleichbaren Verhältnissen im Muskelstoffwechsel der beiden Tierarten beruht, kann aufgrund der hier gewonnenen Ergebnisse nicht beurteilt werden. Da die Kreatinin-ausscheidung aus dem Kreatinphosphatgehalt der Muskulatur und der Abbaurate von Kreatinphosphat zu Kreatinin resultiert, können unterschiedliche Werte für diese beiden Größen durchaus zu gleichen Endergebnissen führen.

5.2 N-Retention und Gewichtszuwachs

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde eine Methode entwickelt, die durch Bestimmung des Harnstoff-Kreatininquotienten in Spontanharnproben, des Körpergewichtes und der täglichen N-Aufnahme eine Abschätzung der N-Retention von Mastkälbern ermöglicht.

Die Erfassung der N-Ausscheidung gelingt dabei in einem Rechengang, in den für die Verdaulichkeit des Milchproteins, den Harnstoff-N-Anteil am Gesamt-Harn-N und den Kreatininkoeffizienten Konstanten eingesetzt werden. Für diese konstanten Werte gilt allerdings, daß sie nur bei einem entsprechend großen Tierkollektiv zuverlässig vorausgesagt werden können.

Als Durchschnittswert von 208 Einzelharnproben wurde in Wachstumsversuch I ein N-Ansatz von 32.0 g/1000 g Gewichtszunahme ermittelt. In Wachstumsversuch II (7. 8. und 10. Versuchswoche) ergab sich aus 141 Einzelharnproben eine N-Retention von 31.5 g/1000 g Zunahme.

Die Genauigkeit dieser nach Gleichung 7 erhaltenen N-Retentionswerte geht aus einem Vergleich mit Daten hervor, die aus klassischen Bilanzversuchen errechnet wurden.

In 71 Bilanzperioden an insgesamt 14 Mastkälbern hatten ZUCKER et al. (1969) eine N-Retention von 31.7 g/1000 g Zunahme erhalten. Dieser Wert stimmt auch mit dem aus der einschlägigen Literatur (AMICH-GALI und ROSSI, 1967; BRISSON et al., 1957) überein.

Da sich zwischen aus den mit verschiedenen Methoden errechneten N-Ansatzwerten/Gewichtszunahmeeinheit kein nennenswerter Unterschied ergibt, besteht kein Grund, an der Brauchbarkeit des vorgeschlagenen Stichprobenverfahrens zu zweifeln.

Als prinzipieller Vorteil der beschriebenen Methode hat zu gelten, daß sie das breit angelegte Fütterungs- und Wachstumsexperiment begleitend zu kontrollieren vermag und auch bei großen Tierzahlen Aussagen über den N-Gehalt des Gewichtszuwachses von Mastkälbern gestattet.

In Versuch I - hier wurde nur die mittlere Versuchsperiode ausgewertet - fanden sich keine Hinweise auf eine unterschiedliche N-Einlagerung pro Gewichtseinheit als Folge einer Anabolicumbehandlung.

In Versuch II ergaben sich innerhalb der mit einem Anabolicum behandelten Versuchsgruppen gesicherte Abweichungen von dem bereits angeführten mittleren N-Ansatzwert. Bei Kälbern mit Gewichtszunahmen unterhalb 2000 g/Tag ($n = 81$) entsprach die Stickstoff-Retention mit 32.3 g/1000 g Zunahme etwa den bisher ermittelten Durchschnittswerten. Der Gewichtszuwachs von Tieren, deren Wachstumsrate über 2000 g/Tag lag, ($n = 37$) enthielt mit 29.1 g/1000 g Gewichtszunahme im Gegensatz hierzu signifikant ($p < 0.001$) weniger Stickstoff.

Dieser um etwa 10% geringere Stickstoffansatz spricht für die vermehrte Einlagerung nicht N-haltiger Substanzen bei Tageszunahmen über 2000 g. Um welchen Anteil des Muskelfleisches es sich hierbei handelt, kann aus den vorliegenden Ergebnissen nicht abgeleitet werden.

Es kann auch nicht entschieden werden, ob diese relativ verringerte N-Einlagerung als Folge der Anabolica-Behandlung zu betrachten ist, oder ob sie vielmehr eine physiologische Begleiterscheinung stark erhöhter Wachstumsraten darstellt. Vergleichbare Werte (Zunahmen über 2000 g/Tag) von unbehandelten Kontrollkälbern fehlen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Es wird eine Methode entwickelt, mit deren Hilfe aus der N-Aufnahme (g/Tag), der Harnstoff- und Kreatinin-konzentration einer einmal wöchentlich gewonnenen Spontanharnprobe und dem Körpergewicht (kg) die N-Retention (g/Tag) von Mastkälbern ermittelt werden kann.

In den Rechengang werden für die scheinbare N-Verdaulichkeit des Milchproteins, den Harnstoff-N-Anteil am Gesamt-Harn-N und den Kreatininkoeffizienten konstante Werte eingesetzt.

Die Berechnungsmethode wird in zwei Wachstumsexperimenten an insgesamt 96 Mastkälbern (männlich) überprüft.

In allen geprüften Fällen bestehen signifikante Korrelationen zwischen N-Ansatz (g/Tag) und Wachstumsrate (g/Tag), die jedoch für Kälber mit Gewichtszunahmen über 2000 g/Tag keine Gültigkeit besitzen.

Der durchschnittliche N-Ansatz/1000 g Gewichtszunahme wurde mit 32 g gemessen. Dieser Wert steht in Übereinstimmung mit Literaturangaben, die auf den Ergebnissen klassischer Bilanzversuche beruhen.

Von diesem Mittelwert müssen Kälber mit Zunahmen > 2000 g/Tag ausgenommen werden, da die N-Einlagerung/1000 g Zuwachs hier auf Werte zwischen 27 und 29 g absinkt.

Das vorgeschlagene Verfahren scheint brauchbar und geeignet, den N-Bilanzstatus größerer Tierkollektive zu erfassen und damit u.a. die Wirkung von Anabolica oder anderen wachstumssteigernden Substanzen auf den Proteingehalt des Gewichtszuwachses zu überprüfen.

S U M M A R Y

A new method is proposed by which the N-retention (g/day) of veal calves can be calculated from N-intake (g/day), urea- and creatinine-concentration in a single urine specimen and body weight.

In this calculation constant values are taken for the apparent digestibility of milk-protein, the urea-N-portion of total-urine-N and the creatinine coefficient.

The method of calculation was tested in two feeding experiments with a total of 96 male veal calves.

In all tested cases there are significant correlations between N-retention (g/day) and weight-gain (g/day), except those for calves exhibiting daily gains of > 2000 g/day.

The average N-retention/1000 g weight-gain was 32 g. This value is in accordance with results of balance-trials, reported in literature.

This average value has no validity for calves with weight-gains more than 2000 g/day, because the N-retention/1000 g weight-gain is only 27 to 29 g.

The proposed method of calculation seems to be useful to check the N-balance of veal calves in feeding experiments, in which the influence of anabolic substances on tissue nitrogen level shall be tested.

7. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

Albin,R.C. und Clanton,D.C., 1966

Factors Contributing to the Variation in
Urinary Creatinine and Creatinine-Nitrogen
Ratios in Beef Cattle
J.Anim.Sci.25,107

Amich-Gali,J. und Rossi,I., 1967

Untersuchungen über die produktive Energie
von Pflanzen-und Rinderfetten im Milch-
austauschfutter
Veröffentlichung der NRA (National Renderers
Association,Inc)
Rom

Archibald,R.M., 1962

Reactions of Creatinine with Alkaline Picrate
J.Biolog.Ch.237,612

Barry,M.O., 1969

Untersuchungen zur Proteinversorgung des
milchernährten Kalbes
Agrarwissenschaftliche Dissertation
Technische Universität München
Weihenstephan

Bleiler,Roberta E. und Schedl,Harold P., 1962

Creatinine Excretion : Variability and
Relationship to Diet and Body Size
J.Lab.Med.59,945

Boehncke,E., 1971

Methodische Studien zur Elektrolytausschei-
dung bei männlichen Saugkälbern und Jungbullen
Med.vet.Dissertation,Universität München

- Brisson, G.J. und Cunningham, H.M., 1957
The Protein and Energy Requirement of
Young Calf
Canad.J.Agric.Sci.37, 157
- Cocimano, M.R. und Leng, R.A., 1967
Metabolism of Urea in Sheep
Br.J.Nutr.21, 353
- De Groot, Th. und Aafjes, J.H., 1960
On the Constancy of Creatinine Excretion
in the Urine of the Dairy Cow
Br.Vet.J.116, 409
- Erb, R.E. et al., 1970
Urinary Creatinine as an Index Compound
for Estimating Rate of Excretion of Steroids
in the Domestic Sow
J.Anim.Sci.30, 79
- Fawcett, I.K. und Scott, J.E., 1960
A Rapid and Precise Method for the
Determination of Urea -
J.Clin.Path.13, 156
- Folin, O.: zitiert nach Richterich, R., 1971
Klinische Chemie,
S.Karger
Basel, München, Paris, London, New York, Sidney
- Gropp, J., 1971
Zur Verwendung von Stärke im Milchaustauschfutter
Vortrag anlässlich des internationalen Milchaustausch-
futter-Symposiums, veranstaltet vom American
Soybean Institute,
Zürich, 26.5.1971
Veröffentlichung der National Renderers Association

- Ismail, K.S., Khan, M.A. und Bender, A.E., 1972
Relative Constancy of Urinary Creatinine
and Urochrome
Proc.Nutr.Soc.31, 1A
- Kanter, F. 1968
Versuche mit dem Enzym Urease
Chemie in unserer Zeit 2, 95
- Karlson, P., 1966
Kurzes Lehrbuch der Biochemie
Georg Thieme Verlag
- Karg, H. et al., 1972
Radioimmunologische Versus fluorimetrischer
Bestimmung exogener und endogener Steroid-
östrogene bei Mastkälbern
Tierärztliche Umschau 27, 385
- Kertz, A.F. et al., 1970
Effect of Dietary Protein Intake on Creatinine
Excretion and the Creatinine-Nitrogen Ratio
in Bovine Urine
J.Anim.Sci.30, 278
- Lindner, R.A., 1959
Planen und Auswerten von Versuchen
Birkhäuser Verlag, Stuttgart
- Løken, F., 1954
On the Determination of Creatinine in Plasma
by the Jaffe-Reaction, After Adsorption to
Lloyd's Reagent
Scand.J.Cli.Lab.Inv.6, 325

- McClugage, H.B., Booth, G. und Evans, F.A., 1931
Amer.J.med.Sci.181, 349
zitiert nach:
Kumar, I., Land, D.G. und Boyne, A.W., 1959
The Determination of Body Composition of
Living Animals
Br.J.Nutr.13, 320
- Münchow, H. und Bergner, H., 1967
Untersuchungen zur Proteinbewertung
von Futtermitteln
Arch.Tierernähr.17, 141
- Murlin, I.R. et al., 1953
Correlation Between the Biological Value
of Protein and the Percentage of Creatinine
in the Urine
J.Nutr.51, 149
- Otto, E., 1958
Biometrie
Deutscher Bauernverlag, Berlin
- Plough, I.C. und Consolazio, C.F., 1959
The Use of Casual Urine Specimens in the
Evaluation of the Excretion Rates of
Thiamine, Riboflavin, and N-Methylnicotinamid
J.Nutr.69, 365
- Popper, H. et al., 1937
Zur Kreatininbestimmung im Blute
Biochem.Z.291, 354
- Poulsen, E., 1957
Renal Clearance in the Cow
in: Den Kongelige Veterinaer og Landbohøjskole
arskrift, 97

- Powell, R.C., Plough, I.C. und Baker, E.M., 1961
The Use of Nitrogen to Creatinine Ratios
in Random Urine Specimens to Estimate
Dietary Protein
- Rappoport, 1964
Medizinische Biochemie, 659
VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin
- Rein, H., Schneider, M., 1966
Einführung in die Physiologie des Menschen
Springer Verlag
Berlin-Heidelberg-New York
- Richterich, R., 1971
Klinische Chemie
S. Karger
Basel, München, Paris, London, New York, Sidney
- Sarre, H., 1958
Nierenkrankheiten
Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Schirmeister, J. et al., 1964
Plasmakreatinin als grober Indikator
der Nierenfunktion
Dtsch. med. Wschr. 89, 1018
- Schulz, E., Oslage, H.J. und Daenicke, R., 1972
Körperzusammensetzung und Stoffansatz
wachsender Mastbullen
Kurzreferat
26. Tagung d. Gesellschaft f. Ernährungsphysiol.
d. Haustiere
München, 12. - 14. April
Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 30, Heft 3

Searcy, R., 1969

Diagnostic Biochemistry
McGraw-Hill Book Company
New York, Toronto, Sidney, London

Shaffer, P.A., 1908

The Excretion of Creatinine and Creatine in
Health and Disease
Amer.J.Physiol.23,1

Szakowski, D. et al., 1970

Die Kreatinineliminationsrate als Bezugsgröße
für Analysen aus Harnproben
Z.klin.Chem.u.klin.Biochem.8,529

Van Niekerk, B.D.H. et al., 1963(a)

Urinary Creatinine as an Index of Body
Composition
J.Nutr.79,373

Van Niekerk, B.D.H. et al., 1963(b)

A Study of Some of the Conditions Affecting
the Rate of Excretion and Stability of Creatinine
in Sheep Urine
J.Nutr.79,463

Vogel, G., 1962

Beiträge zur Kenntnis der Nierenphysiologie
einiger Haussäugetiere
Verlag Paul Parey
Berlin und Hamburg

Walker, D.M. und Cook, L.J., 1967

Nitrogen Balance Studies with the Milk-fed Lamb
Br.J.Nutr.21,237

Zucker, H., Leskova, R. und Tschirch, H., 1972

Wachstum und Serumharnstoff beim Kalb

Z.Tierphysiol.Tierernähr.Futtermittelk.29, Heft 6

Zucker, H., Gropp, J., Giessler, H. und Barry, O., 1969

Untersuchungen zur Proteinversorgung des
milchernährten Kalbes.

Kurzref. aus Tagungsber.d. 23.Vortragstagung
d.Ges.f. Ernährungsphysiol d. Haustiere in
Gießen

Z.Tierphysiol.Tierernähr.Futtermittelk.25, 381

Nach Beendigung meiner Arbeit möchte ich dem Vorstand des Institutes für Tierphysiologie, Herrn Professor DDr.DDr.h.c. Johannes Brüggemann, für die Überlassung des Themas und die ausgezeichneten Arbeitsbedingungen in seinem Institut danken.

Mein besonderer Dank gilt dem verstorbenen Vorstand des ~~Instituts für~~ Ernährungsphysiologie, Herrn Professor Dr.Dr. Jürgen Tiews, für die jederzeit gewährte wissenschaftliche Förderung dieser Arbeit.

Für seine Unterstützung bei der Durchführung der Versuche und des analytischen Teils meiner Arbeit bedanke ich mich bei dem wissenschaftlichen Assistenten, Herrn Dr. Engelhard Boehncke.

LEBENS L A U F

Am 20. Dezember 1946 wurde ich, Irmgard S.J. Rieder geb. Rademacher, als Tochter des Volksschullehrers Johann Rademacher und seiner Ehefrau Henny, geb. Thiele, in Sandhorst, Kreis Aurich, geboren.

Im Frühjahr 1953 trat ich in Aurich in die Grundschule ein und besuchte ab 1957 das Gymnasium Ulricianum in Aurich. Dort legte ich im Februar 1966 die Reifeprüfung ab. Im April 1966 begann ich mit dem Studium der Veterinärmedizin in Gießen.

Nach dem Physikum im Frühjahr 1968 setzte ich mein Studium an der Ludwig-Maximilian-Universität in München fort.

Hier bestand ich im März 1971 mein Staatsexamen und erhielt im April 1971 meine Approbation.

Am 22. September 1944 wurde der Kommandant der 1. SS-
Panzer-Division, der General der Infanterie
Friedrich Wilhelm Müller, zum Tode
verurteilt. Er wurde am 23. September 1944
in Berlin, Berlin-Lichtenberg, erschossen.

Am 24. September 1944 wurde der Kommandant der 2. SS-
Panzer-Division, der General der Infanterie
Friedrich Wilhelm Müller, zum Tode
verurteilt. Er wurde am 25. September 1944
in Berlin, Berlin-Lichtenberg, erschossen.

Am 25. September 1944 wurde der Kommandant der 3. SS-
Panzer-Division, der General der Infanterie
Friedrich Wilhelm Müller, zum Tode
verurteilt. Er wurde am 26. September 1944
in Berlin, Berlin-Lichtenberg, erschossen.

Am 26. September 1944 wurde der Kommandant der 4. SS-
Panzer-Division, der General der Infanterie
Friedrich Wilhelm Müller, zum Tode
verurteilt. Er wurde am 27. September 1944
in Berlin, Berlin-Lichtenberg, erschossen.

